This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

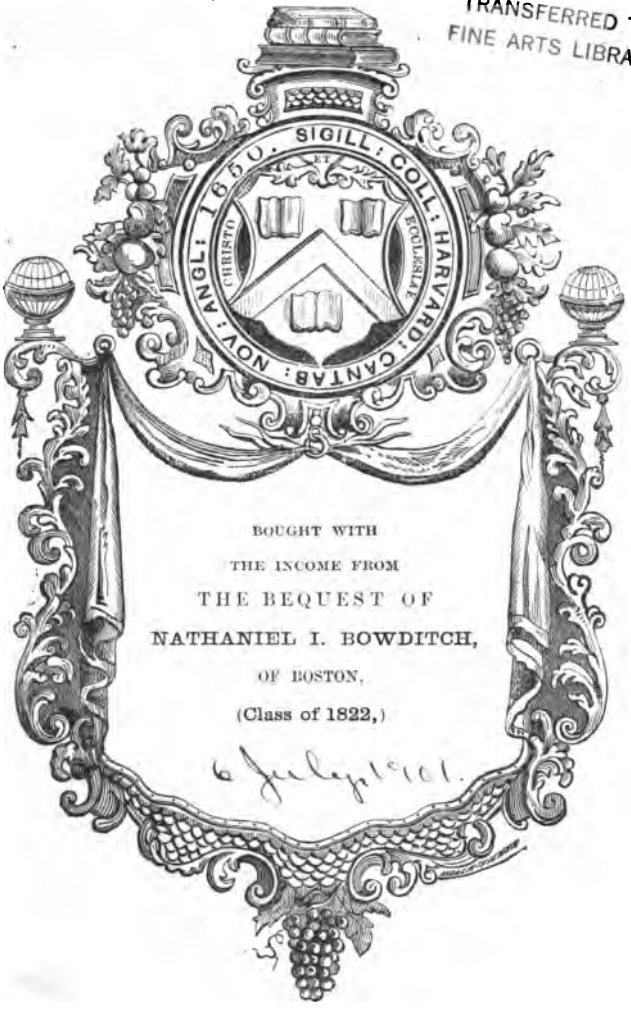
+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

FA 6660.16.7

TRANSFERRED TO
FINE ARTS LIBRARY



BOUGHT WITH
THE INCOME FROM
THE BEQUEST OF
NATHANIEL I. BOWDITCH,
OF BOSTON,
(Class of 1822,)

Encyclopädie

der

Photographie.

---

33. Band.

Die

Farbenphotographie

nach Lippmann's Verfahren.

Neue Untersuchungen und Ergebnisse.

Von

Richard
Dr. med. R. Neuhauss.

Mit 3 Textbildern und einer Tafel in Lichtdruck.

Halle a. S.
Verlag von Wilhelm Knapp.
1898.

FA6660.16.7

JUL 6 1901

Bowditch fund - Jul 6, 1901

HARVARD FINE ARTS LIBRARY
FOGG MUSEUM

Vorwort.

Unter den Verfahren zur Herstellung farbiger photographischer Aufnahmen ist dasjenige von G. Lippmann bis jetzt das einzige, welches mit Recht den Namen „Farbenphotographie“ verdient. Bei allen denjenigen Verfahren, wo man auf dem Umwege des Dreifarbendruckes (Selles Verfahren, dreifarbiger Gummidruck u. s. w.) zum farbigen Bilde gelangt, ist das Endresultat völlig abhängig von dem Willen des Photographen, welcher die übereinander zu druckenden Farben frei wählt.

Wegen der grossen technischen Schwierigkeiten konnte Lippmanns Verfahren sich bisher allgemeiner noch nicht einbürgern. Unterzeichneter, welcher diesem Verfahren seit einer Reihe von Jahren eingehendstes Studium widmete, war in erster Linie bemüht, die Fehlerquellen, welche zu den häufigen Misserfolgen Veranlassung geben, zu ermitteln. Die Resultate sind in vorliegender Arbeit niedergelegt.

Schliesslich gelang es auch dem Unterzeichneten, im Bilde die dünnen Zenkerschen Blättchen, auf denen der Theorie nach das Zustandekommen der (Interferenz-) Farben beruht, direkt nachzuweisen. Ein sich hierauf beziehender Lichtdruck ist dem Buche beigegeben.

Möge die vorliegende Schrift dazu beitragen, der Farbenphotographie diejenige Verbreitung zu geben, welche sie in so hohem Masse verdient!

Berlin, 1898.

Dr. R. Neuhauss.

Inhalt.

	Seite
Eiweissplatten	2
Gelatine-Eiweiss-Emulsionsplatten	16
Gelatine-Emulsionsplatten	20
Die Schlieren	29
Die Wartung des Quecksilbers	35
Die Centrifuge	36
Herstellung von Mischfarben-Aufnahmen	38
Die Verstärkung	49
Die Abschwächung	51
Tonen mit Gold	52
Ausbleichen der Bilder und Komplementärfarben	53
Talbot'sche Interferenzstreifen	54
Schaukästen	55
Dünne Zenker'sche Blättchen	60
Erklärung der Tafel	72

Einleitung.

Bei Lippmanns Farbenverfahren handelt es sich darum, eine besonders präparierte, lichtempfindliche Platte in unmittelbarer Berührung mit einer Quecksilberschicht in der Camera zu exponieren. Wie man im einzelnen hierbei zu verfahren hat, ist in einer vorzüglichen Arbeit von E. Valenta[1]) ausführlich dargestellt. An der Hand des Valentaschen Buches arbeitete Verfasser im Sommer 1894 nach genanntem Verfahren. Das Resultat war eine beträchtliche Anzahl farbiger Spektren und etwa ein Dutzend Mischfarbenaufnahmen. Die hierbei gewonnenen Erfahrungen sind in Aufsätzen niedergelegt, welche in der Oktober-, November- und Dezember-Nummer (1894) der „Photographischen Rundschau" erschienen. Damals erbrachte Verfasser unter anderem den Nachweis dass, entgegen der bis dahin geltenden Anschauung, die für das Verfahren geigneten Platten keineswegs kornlos sind.

Im Sommer 1895 nahm Verfasser die Versuche wieder auf. Der Erfolg blieb beinahe völlig negativ (vergl. den Bericht im Dezemberhefte 1895 der „Photogr. Rundschau"). Wir schoben die Misserfolge damals auf die Gelatine — eine Vermutung, welche durch die Arbeiten des letzten Sommers volle Bestätigung fand. Im Frühjahr 1897 begannen abermals die seit anderthalb Jahren ruhenden Arbeiten. Es kam jetzt in erster Linie darauf an, die Ursachen des häufigen Misslingens derartiger Auf-

1) E. Valenta, Die Photographie in natürlichen Farben. Halle a. S. 1894. Verlag von Wilhelm Knapp. Preis 3 Mark.

nahmen aufzufinden und eine Grundlage zu schaffen, auf der weiteres erfolgreiches Arbeiten möglich wird.

Von grösstem Einfluss auf das Endergebnis ist die Herstellungsart der Platten.

Eiweissplatten.

Die überaus ungünstigen Erfahrungen, welche Verfasser mit Gelatineplatten gemacht hatte, veranlassten ihn, nach einem anderen Stoffe Umschau zu halten, durch den sich die Gelatine ersetzen lässt. Der Umstand, dass Krone eine beträchtliche Anzahl guter Spektralaufnahmen auf Eiweissplatten fertigte, gab Veranlassung, in erster Linie Eiweiss zu verwenden. Der Erfolg war durchschlagend: Es stellte sich heraus, dass die Herstellung von Spektren auf Eiweissplatten geradezu kinderleicht ist. Man muss schon die allergröbsten Fehler begehen, um nicht zum mindesten recht annehmbare Farben zu erzielen. Wir raten unter allen Umständen, die Spektralversuche mit Eiweissplatten zu beginnen. Das Erscheinen der prächtigen Farben gewährt grosse Befriedigung und spornt zu immer neuen Versuchen an. Wie anders bei den Gelatineplatten, wo man es erleben kann, dass der Erfolg monatelanger Mühen nicht ein einziges brauchbares Spektrum ist!

Man verwendet am besten Eiweiss von drei frischen Hühnereiern. Verfasser probierte auch Enteneiweiss; doch ist dasselbe weniger klar und giebt nicht so leuchtende Farben. Ein Versuch mit dem Eiweiss anderer Vögel oder mit Pflanzeneiweiss dürfte sich wohl verlohnen. Zweifellos wird hier manches Bemerkenswerte zu Tage kommen, und es eröffnet sich für den Forscher ein weites Feld der Thätigkeit.

Man schüttet das Eiweiss von drei frischen Hühnereiern in einen sauberen Topf, wobei sorgfältig zu ver-

meiden ist, dass Spuren des Gelben mit hineingelangen. Auch vermeide man es, die im frischen Ei bereits vorhandenen Flocken und Gerinnsel mit zu verarbeiten. Mit Pincette und Schere lassen sich dieselben leicht entfernen.

Man quirlt das Eiweiss mit einem nicht lackierten, sauber gehaltenen Holzquirl, der unter keinen Umständen zu irgend welchen anderen Zwecken (in der Küche u. s. w.) benutzt werden darf. Das Quirlen ist so lange fortzusetzen, bis man den Topf umkehren kann, ohne dass ein Tropfen herausläuft. Nunmehr lässt man den Schaum stehen, bis sich das Eiweiss als leicht getrübte Flüssigkeit abgesetzt hat.

Schon vor mehreren Jahrzehnten, als man — vor Einführung des Kollodiums in die Photographie — Eiweissplatten vielfach für den Negativprozess verwendete, wurde empfohlen, Brom-, Jod- oder Chlorsalze hinzuzusetzen, damit diese Salze bei dem nachfolgenden Silberbade Silberverbindungen eingehen, welche in mehr oder weniger hohem Grade lichtempfindlich sind. Wer sich über die verschiedenen Vorschriften dieser Art unterrichten will, findet eine vorzügliche Zusammenstellung derselben in Eders Handbuch der Photographie, 2. Auflage, 6. Heft (II. Bandes I. Heft) auf S. 153. Wir fanden es als ungemein praktisch, keine dieser Vorschriften zu befolgen und mit reinem Eiweiss, welches bei dem nachfolgenden Silberbade Silberalbuminat bildet, zu arbeiten. Die glänzendsten und farbenrichtigsten Spektren, welche wir besitzen, sind in dieser Weise ausgeführt. Die Empfindlichkeit der reinen Silbereiweissplatten ist keineswegs erheblich geringer, als bei Zusatz von Brom-, Jod und Clorsalzen.

Richtet man in erster Linie sein Augenmerk auf möglichste Abkürzung der Belichtungszeit, so setzt man Bromkali zum Eiweiss hinzu. Man benutzt eine zehnprozentige wässerige Bromkalilösung, welche dem Eiweiss

vor dem Quirlen zugefügt wird. Krone[1]) verwendet etwa 2 ccm Bromkalilösung zu dem Eiweiss von drei Hühnereiern. Diese Vorschrift gab auch in unseren Händen gute Resultate; doch hat man in Bezug auf die Bromkalimenge einen ziemlich weiten Spielraum. Genau ebenso gute Ergebnisse erzielten wir, wenn an Stelle des Bromkali die gleiche Menge einer zehnprozentigen wässerigen Jodkali-Lösung zugesetzt wurde. Man darf eben nicht vergessen, dass dem reinen Silbereiweiss die Hauptarbeit bei der Bildererzeugung zukommt, und dass Brom- oder Jodsilber gewissermassen nur die Hilfstruppen darstellen. Bei gleichzeitigem Zusatz von Bromkali und Jodkali in den oben angegebenen Mengen zeigte sich die Empfindlichkeit der Platten ausserordentlich gesteigert. Die Farben waren aber unbrauchbar.

Von den verschiedensten Autoren wird Zusatz von Ammoniak zum Eiweiss empfohlen (2 bis 3 ccm vom spezifischen Gewicht 0,96 zum Weissen von drei Hühnereiern). Durch diesen Zusatz wird das Eiweiss dünnflüssiger und leichter filtrierbar. Ausserdem wird, worauf wir später zurückkommen, das Eiweiss haltbarer. Im übrigen hat, wie wir uns durch vergleichende Versuche überzeugten, Ammoniak auf die Bilderzeugung keinen Einfluss. Dasselbe Eiweiss mit und ohne Ammoniak ergab bei gleicher Empfindlichkeit das gleiche Farbresultat.

Verwendet man Ammoniak, so ist es, ebenso wie Bromkalilösung, dem Eiweiss vor dem Quirlen zuzufügen.

Eiweiss bleibt, genau wie Gelatine, wegen der verwickelten Zusammensetzung ein ungemein unbeständiger und unzuverlässiger Körper. Während man jedoch bei Gelatine entweder brauchbare oder unbrauchbare Bilder erzielt, liegen bei dem Eiweiss die Verhälsnisse viel

---

1) H. Krone, Die Darstellung der natürlichen Farben durch Photographie. Weimar 1894. S. 67.

günstiger: Brauchbar sind alle Eiweissspektren; es giebt nur Abstufungen in der Schönheit. Da man es dem Eiweiss vorher nicht ansehen kann, ob es genügende, schöne oder sehr schöne Bilder liefern wird, so giessen wir, bevor die ganze Menge verarbeitet wird, zuvor eine Probeplatte und machen damit eine Aufnahme. Sobald das Resultat nicht im vollsten Masse zufriedenstellend ist, wird neues Eiweiss angesetzt. Der Kostenpunkt spielt keine Rolle, da es sich immer nur um den Verlust einiger Pfennige handelt.

Fand man Eiweiss, welches den höchsten Ansprüchen genügt, so wird man dasselbe natürlich bis auf den letzten Tropfen aufbrauchen. Grössere Fabriken, welche ja allerwärts auf Ausdehnung des Feldes ihrer Thätigkeit bedacht sind, sollten die Herstellung derartiger Platten in die Hand nehmen. Bei gleichzeitiger Verarbeitung einer grossen Zahl von Eiern schwindet die Gefahr, dass ein einziges, weniger geeignetes Ei in der grossen Menge einen nennenswerten nachteiligen Einfluss ausübt.

Das nach obiger Vorschrift fertig gestellte und als gut befundene Eiweiss kann sofort auf die Platte gegossen werden. Ein eigentümlicher Zufall veranlasste uns jedoch, hier einen anderen Weg einzuschlagen: Ein vorzüglich arbeitendes Eiweiss war zum grössten Teile verbraucht; ein kleiner Rest wurde beiseite gestellt und kam erst nach vier Wochen wieder zum Vorschein. Während nun frisches Eiweiss immer leichte Trübung zeigt, war dies alte Eiweiss goldgelb und klar wie Rheinwein. Nur mit einigem Zögern gingen wir an das Öffnen des Korkes. Aber an Stelle des vermuteten Geruches nach faulen Eiern zeigte sich nur ganz leichter Ammoniakgeruch (dem Eiweiss war ursprünglich Ammoniak zugesetzt). Hiermit probeweise gegossene Platten übertrafen an Leuchtkraft der Farben alles, was wir bis dahin erzielt hatten. Selbstverständlich wurde in der Folgezeit immer nur altes, mit

Ammoniak versetztes Eiweiss verwendet, immer mit gleich gutem Ergebnisse. Ammoniak wirkt hier konservierend. Acht Monate bei Zimmertemperatur gehaltenes Eiweiss war immer noch tadellos. In einem einzigen Falle wurde die Flüssigkeit nicht ganz klar und nahm auch nicht die goldgelbe Farbe an. Die damit gegossenen Platten lieferten keine erstklassigen Ergebnisse. Auch die unmittelbar nach Herstellung dieses Eiweisses gefertigte Probeplatte hatte flaue Farben gezeigt. Wir bewahrten dieses Eiweiss nur deshalb auf, um zu sehen, ob sich die Resultate mit demselben später günstiger stellen würden. Da letzteres nicht eintrat, so mahnt dies, Eiweiss, welches nicht von vornherein gut arbeitet, sogleich fortzuschütten. Da, wie wir nachträglich erfuhren, auch die grossen Albuminpapierfabriken nur derartig geklärtes Eiweiss verwenden, so liesse sich dasselbe vielleicht aus diesen Fabriken beziehen.

Giessen der Platten. Frisch abgesetztes oder lange aufbewahrtes Eiweiss braucht zum Plattengiessen nicht filtriert zu werden. Das von den Platten ablaufende und wieder aufgefangene Eiweiss enthält jedoch neben Staubpartikelchen eine Unzahl feiner Gerinnsel. Bevor man daher das Eiweiss zum zweitenmale verwendet, ist es zu filtrieren. Durch die gewöhnlichen Filter läuft es äusserst langsam hindurch. Wir benutzen daher hierfür ausschliesslich Filtrierflaschen, die man folgendermassen herstellt: Man bohrt in den Boden einer kleiner Glasflasche zwei kreisrunde Löcher, jedes so gross, dass der Schlauch eines Gummigebläses, wie man dasselbe zum Zerstäuben von Wasser anwendet, genau hineinpasst. Derartige Löcher lassen sich ungemein leicht mit Terpentin und einer spitzen, dreikantigen Feile herstellen. Wenn man mit der Spitze der Feile eine kleine Rauhigkeit auf dem Glase geschaffen hat und dann einige Tropfen Terpentin auf die Bohrstelle giesst, dringt bei drehender Be-

wegung die Feile schnell in das Glas ein. Auch ein harter Drillbohrer lässt sich verwenden. Die Durchbohrung des Flaschenbodens ist in 10 Minuten beendet. Das zweite Loch ist für das Eingiessen der Flüssigkeit bestimmt. Während des Filtrierens wird dies Loch mit der Kuppe des Zeigefingers geschlossen; es hat nur den Zweck, den Schlauch des Gummigeblässes möglichst sauber zu halten und denselben nicht in das Loch zu stecken, dessen Ränder durch die einlaufende Flüssigkeit benetzt wurden.

Ueber den Flaschenhals bindet man eine doppelte Lage feinster Leinwand. Setzt man nunmehr nach Eingiessen des Eiweisses und Einstecken des Gummigebläses letzteres in Thätigkeit, so ist das Filtrieren in wenigen Sekunden beendet.

Zum Plattengiessen nimmt man eine aufs beste gereinigte Glasplatte zwischen Daumen und Zeigefinger der linken Hand, hält sie möglichst wagerecht und giesst nun auf die Mitte derselben aus der Vorratsflasche etwa 2 ccm Eiweiss. Da sich letzteres nicht gutwillig über die ganze Fläche verteilt, haucht man die Platte an und breitet das Eiweiss vorsichtig mit einem sauberen Glasstab aus. Sobald dies geschehen, neigt man die Platte senkrecht und lässt in eine andere Flasche ablaufen, was gutwillig herunterlaufen will. Dann lässt man durch Umkehren der Platte den Überschuss, welcher sich an der unteren Ecke angesammelt hatte, wieder zur Mitte der Platte zurücklaufen, legt letztere auf die Centrifuge und führt einige ganz langsame Umdrehungen aus, damit sich das Eiweiss recht gleichmässig über die ganze Platte verteilt. Man hüte sich, den Guss zu dünn zu machen. Nunmehr lässt man auf genau wagerechter Marmorplatte trocknen, was bei trockener, warmer Luft kurze Zeit beansprucht. Man halte den Arbeitsraum möglichst staubfrei, weil sich die Bildschicht durch Staub leicht verunreinigt. Die getrockneten Platten sind unbegrenzt haltbar.

Zu dickes Giessen der Platten bringt weniger Nachteile als zu dünnes. Versuchsweise liessen wir von den aufgetragenen 2 ccm Eiweiss nichts wieder herunterlaufen, so dass eine unverhältnissmässig dicke Schicht auf dem Glase vorhanden war. Die Farben kamen hier ebenso leuchtend, wie bei den dünn gegossenen Platten. Doch neigt die dicke Schicht sehr zum Rissigwerden und Abblättern.

In angegebener Weise lassen sich mit dem Weissen von drei Hühnereiern mindestens 30 Platten im Format 9×12 cm giessen, bevor man zum Filtrieren und zur Neuverwendung der abgelaufenen Flüssigkeit schreitet. Im ganzen reicht das Weisse von drei Eiern etwa für 100 Platten aus.

Selbstverständlich kann der Guss dieser Platten bei vollem Tageslichte geschehen, während man mit Gelatine-Emulsion im Dunkelzimmer arbeiten muss. Auch hierin unterscheiden sich die Eiweissplatten in vorteilhafter Weise von den Gelatineplatten. Das Sensibilisieren der Eiweissplatten geschieht nachträglich im Silberbade. Das Silber sogleich dem Eiweiss zuzufügen ist unmöglich, da flüssiges Eiweiss in Berührung mit Silbersalzen gerinnt.

Krone (a. a. O. S. 67) schreibt vor, die getrockneten Eiweissplatten vor dem Silberbade 2 Minuten lang bei 60 Grad C. im Trockenapparat zu erhitzen. Wir halten die genaue Innehaltung dieser Temperatur, sowie die Verwendung des Trockenapparates für überflüssige Erschwerung der Arbeit. Sind die Platten gut getrocknet oder gar schon vor längerer Zeit gegossen, so ist Erhitzung derselben überhaupt unnötig. Bei frisch gegossenen Platten mag leichte Erwärmung über der Lampe vorteilhaft sein, um ein möglichst kräftiges Austrocknen herbeizuführen. Bei zu starker Erhitzung wird die Schicht rissig. Gerinnen des Eiweisses tritt auch nicht ein, wenn man die Temperatur von 60 Grad C. erheblich überschreitet, da

bekanntlich getrocknetes Eiweiss in der Hitze überhaupt nicht gerinnt.

Die bei gelbem oder rotem Lichte vorzunehmende Sensibilisierung geschieht in folgendem Silberbade:

Destilliertes Wasser	100 ccm,
krystallisiertes Silbernitrat . . .	10 g,
Eisessig	10 ccm.

In diesem Bade verbleibt jede Platte 2 Minuten. Nachdem nunmehr die Platten mindestens 15 Minuten in mehrmals gewechseltem Wasser ausgewaschen sind, kommen sie sogleich ins Farbbad.

Krone schreibt (a. a. O. S. 68) eine ganze Reihe von Farbbädern vor, welche z. B. auch Malachitgrün enthalten. Man beschränke sich jedoch bei Färbung der Platten auf Erythrosin und Cyanin, welche in ihrer Wirkung alle anderen Farbstoffe bei weitem übertreffen. Cyanin sensibilisiert für Rot und Rotgelb, Erythrosin für Gelbgrün und Grün. Für die übrigen Farben besitzt Silberalbuminat hinreichende Empfindlichkeit. Man erhält also auf diesem Wege von Rot bis Violett geschlossene Spektren. Im allgemeinen sind die Spektren auf Eiweissplatten viel besser geschlossen, als auf Gelatine-Emulsionsplatten. Trotz Sensibilisierung mit den gleichen Farbstoffen erhält man bei letzteren häufig farblose Zonen, besonders im Grünblau.

Krone empfiehlt bei dem Erythrosin-Cyanin-Farbbade folgende Mischung:

Destilliertes Wasser	200 ccm,
Erythrosin (1:500)	1 „
Cyanin (1:500)	1 „
Ammoniak, zweiprozentig . . .	3 „

Diese Vorschrift ist schon deshalb unmöglich, weil bei dieser Mischung der Farbstoff in allerkürzester Zeit ausfällt. Wir verwenden daher (unter Beiseitelassung

des überflüssigen Ammoniaks) folgende zwei getrennte Bäder:

1. Wasser . . . . . 200 ccm,
   alkoholische Cyaninlösung (1:500) . 1 „
2. Wasser . . . . . 200 ccm,
   alkoholische Erythrosinlösung (1:500) 1 „

Die im Silberbade sensibilisierte und darauf ausgewaschene Platte kommt zuerst für 3 Minuten in Farbbad 1 und dann sogleich für 3 Minuten in Farbbad 2. Hierauf werden mit der Centrifuge die an den Platten anhaftenden Flüssigkeitstropfen heruntergeschleudert und nunmehr die Platten senkrecht im Dunkeln zum Trocknen aufgestellt. Sie bleiben etwa 14 Tage brauchbar; dann stellt sich Neigung zur Schleierbildung ein.

Nach Krone soll das Baden in den Farbstoff-Lösungen „in absoluter Finsternis“ geschehen, und die 3 Minuten sollen genau inne gehalten werden: „Sekunden zählen“. Was letzteren Punkt anbelangt, so kann man die Platten getrost eine Stunde in den Farbbädern belassen; sie werden dadurch nicht besser und nicht schlechter. Die Bildschicht nimmt nämlich in allerkürzester Zeit so viel von dem Farbstoff auf, als sie überhaupt aufnehmen kann. Was nun die „absolute Finsternis“ anbetrifft, so kann man hier so leichtsinnig sein, wie sonst niemals bei Behandlung lichtempfindlicher Platten. Man hat es eben mit Platten zu thun, die in Bezug auf Empfindlichkeit ausserordentlich tief stehen. Versuchsweise badeten wir die Platten im tageshellen Zimmer in den Farbstoff-Lösungen — ohne den geringsten Nachteil.

Die Farbbäder sind jedesmal frisch anzusetzen. Im Cyaninbade behandele man nicht mehr als sechs oder acht Platten und ersetze dasselbe dann durch ein neues Bad. Von den alkoholischen Vorratlösungen (1:500) ist die Erythrosinlösung im Dunkeln unbegrenzt haltbar. Anders die Cyaninlösung, welche möglichst frisch zu verwenden ist.

Das Silberbad kann immer wieder benutzt werden, wenn man ab und zu etwas Silbernitrat und die gleiche Menge Eisessig nachfüllt. Jedoch muss es völlig klar und wasserhell sein. Zu diesem Zwecke schüttet man zwei Theelöffel voll Kaolinerde in die Vorratflasche und bewahrt letztere im Lichte auf. Vor dem Gebrauch ist zu filtrieren.

Die wiederholt gemachte Angabe, dass derartige Eiweissplatten den für das Lippmannsche Verfahren brauchbaren Gelatineplatten an Empfindlichkeit weit nachstehen, ist völlig irrtümlich. Die Eiweissplatten stehen hinter den Gelatineplatten an Empfindlichkeit kaum zurück. Die Empfindlichkeit der letzteren lässt sich zwar durch Reifen der Emulsion ausserordentlich steigern; damit werden die Platten aber für Farbenaufnahmen unbrauchbar.

Während gute Gelatineplatten völlig glasklar sind und, sobald sie auch nur eine schwache Trübung zeigen, sich für Farbenaufnahmen niemals eignen, sind die Eiweissplatten nach dem Silberbade in der Regel getrübt. Gleichwohl liefern sie auch in diesem Zustande die glänzendsten Farben. In einem Falle erzielten wir Eiweiss, wo auch nach dem Silberbade die Platten glasblank blieben. Der Glanz der Farben übertraf auf diesen Platten alles, was wir bis dahin erreicht hatten.

Die Entwicklung der Eiweissplatten kann mit jedem der gebräuchlichen Entwickler geschehen. Versuchshalber benutzten wir sogar den physikalischen Entwickler (0,5 Pyrogallol, 0,3 Citronensäure, 160 ccm Wasser, einige Tropfen Silberlösung 1:100, später noch etwas Silberlösung und Pyrolösung nachgefüllt), welcher zu Zeiten des nassen Verfahrens eine so bedeutsame Rolle spielte, dem Amateur der Neuzeit aber kaum noch dem Namen nach bekannt ist. Hier findet keine Reduktion der belichteten Silberverbindung statt; vielmehr lagert sich Silber aus dem Entwickler an das belichtete Silberteilchen an. Auch dieser

Entwickler gab Farbbilder. Allerdings hat derselbe keine praktische Bedeutung, weil er einerseits viele Stunden zum Hervorrufen einer Platte benötigt, andererseits in der Wirkung durch die chemischen Entwickler weit übertroffen wird[1]).

Obgleich auch, wie wir uns durch Versuche überzeugten, Amidol, Rodinal, Eisenoxalat und andere Hervorrufer bei Eiweissplatten gute Farben ergeben, so werden die Resultate doch bei weitem übertroffen durch den Pyro-Ammoniak-Bromkali- und den Pyro-Ammoniumkarbonat-Bromkali-Entwickler. Ersteren verwenden wir (auch bei Gelatineplatten) in der von Lumière empfohlenen Form: a) Wasser 100 ccm, Pyrogallol 1 g; b) Wasser 100 ccm, Bromkali 10 g; c) Ammoniak (0,96 spez. Gewicht).

Zum Entwickeln werden gemischt: 5 ccm von a, 7,5 ccm von b, 35 ccm Wasser und wenige Tropfen von c. Erst wenn das Bild anfängt zu erscheinen, giebt man noch etwas Ammoniak hinzu. Auf keinen Fall darf man bei Eiweissplatten sogleich die ganze von Lumière vorgeschriebene Menge Ammoniak (2,5 ccm) in den Entwickler geben, weil sonst das Bild zu schnell kommt und flau bleibt.

Der Glanz der Farben wird am vorzüglichsten, wenn man den altbekannten (vergl. Vogels Lehrbuch der Photo-

---

1) In allerneuester Zeit empfiehlt A. Blanc (Laval, Frankreich) in einer kurzen Notiz über das Lippmannsche Verfahren (Bulletin de l'association belge de photographie 1897, Nr. 8 und 9, S. 578) allen Ernstes den physikalischen Entwickler zum Hervorrufen der Eiweissplatten. Angesichts dieser Empfehlung verliert man vollkommen das Vertrauen zu der Gründlichkeit der Arbeiten Blancs, vorausgesetzt, dass die übrigen in genannter Notiz enthaltenen Angaben noch einiges Vertrauen übrig gelassen haben. Unter anderem teilt Blanc hier der Welt mit, dass die Farben sich verändern, wenn man die Platte mit einem in Alkohol getauchten Lederlappen abreibt, ein Versuch, den Verfasser schon vor drei Jahren (vergl. „Photogr. Rundschau“ 1894, Heft 10, S. 300) beschrieb.

graphie, 3. Auflage 1878, S. 392) Pyro-Ammoniumkarbonat-Bromkali-Entwickler benutzt, wie ihn auch Krone empfiehlt: a) Alkohol 100 ccm, Pyrogallol 10 g; b) Wasser 60 ccm, Ammoniumkarbonat 10 g (frisch gemischt!); c) Wasser 10 ccm, Bromkali 1 g.

Zum Entwickeln werden gemischt: $7^1/_2$ ccm von a, 20 ccm von b, 6 bis 8 Tropfen von c und 30 ccm Wasser. Schon wenige Tropfen Bromkali-Lösung wirken ungemein verzögernd; man hüte sich daher, zu viel davon zuzusetzen.

Die Hervorrufung in diesem Entwickler benötigt 15 bis 20 Minuten. Zweckmässigerweise verwendet man daher eine Entwicklungsschaukel, welche die Flüssigkeit in fortwährender Bewegung hält. Bei Verminderung des Bromkalizusatzes verläuft die Entwicklung schneller, die Bilder sind aber weniger farbenprächtig. Nach dem Hervorrufen bringen wir die Platten sofort in saures Fixierbad. In demselben dürfen die Platten nicht allzulange verweilen, da sie sonst stark zurückgehen. Lässt man sie etwa 12 Stunden im Fixierbade liegen, so verschwindet jede Spur des Bildes: auch das metallische Silber ist vom unterschwefligsauren Natron aufgelöst. Nun wird ausgewaschen. Bevor man die Platten zum Trocknen hinstellt, werden die Flüssigkeitsreste mit der Centrifuge hinuntergeschleudert. Dann übergiesst man die Platte mit Alkohol, um das Trocknen zu beschleunigen. Auf der Platte längere Zeit verbleibende Tropfen geben zu Farbrändern Veranlassung.

Manche Eiweisssorten (nach des Verfassers Erfahrung mit Vorliebe diejenigen, welche die herrlichsten Farben liefern) haften schlecht am Glase. Schon im Entwickler oder bei dem nachfolgenden Waschen bilden sich Blasen; die Schicht schwimmt auch wohl ganz ab. Um dies nach Möglichkeit einzuschränken, ist sorgfältigstes Plattenreinigen (vergl. den Abschnitt über Schlieren) erstes Erfordernis. Man darf nicht vergessen, dass Eiweiss in dem

alkalischen Hervorrufer stark angegriffen wird. Im sauren Eisenoxalatentwickler fand eine Lockerung der Bildschicht niemals statt.

Bei den Platten, welche zur Ablösung neigen, tritt der Fehler im verstärkten Masse auf, wenn dieselben nach dem Hervorrufen in Wasser gespült werden. Am günstigten gestalten sich die Verhältnisse, wenn man sie sofort in saures Fixierbad und dann in einprozentige Lösung von Citronensäure legt. Zum Schlusse kurzes Abbrausen unter dem Hahn. An den Stellen, wo die Bildschicht pockig und blasig wird, zeigen sich nach dem Trocknen hässliche Farbränder, die sich nicht entfernen lassen.

Man merkt bereits beim Herausnehmen der Platten aus dem Waschwasser nach dem Silberbade, ob eine Schicht zur Ablösung neigt, da sich in diesem Falle Blasen zeigen. Um nicht später vergeblich zu arbeiten, mustern wir schon hier die Platten genau durch und sondern die fehlerhaften aus.

Je dicker man die Platten giesst, um so grösser ist die Neigung zum Loslösen der Schicht. Eine Eiweisssorte, die bei frisch gegossenen Platten stark zum Ablösen neigte, haftete vorzüglich am Glase, als wir die Platten erst zehn Wochen nach dem Guss sensibilisierten und belichteten.

Das Lippmannsche Verfahren wäre seiner praktischen Verwendbarkeit ein gutes Stück näher gerückt, wenn sich Eiweissplatten zu Mischfarben-Aufnahmen verwenden liessen. So herrlich und so leicht zu erreichen auch die Resultate bei Spektralaufnahmen sind, bei Aufnahmen der allerwärts in der Natur vorhandenen Mischfarben lassen uns die Eiweissplatten vollständig im Stich. Ohne nennenswerte Farbabstufungen erscheint das Bild immer wie mit Rot oder Gelb oder Grün übergossen. Dick gegossene und dünn gegossene Platten ergaben gleich schlechte

Resultate. Die nächste Aufgabe der Forscher wird daher sein, festzustellen, durch welche Hilfsmittel sich die Eiweissplatten dennoch für Mischfarben verwenden lassen. Einige vom Verfasser nach dieser Richtung hin vorgenommene Versuche fielen nicht ganz ergebnislos aus und lassen hoffen, dass man auch hier das Ziel erreichen wird. Es hat nämlich den Anschein, als ob unter der Oberfläche doch gute Lamellenbildung vorhanden ist, welche auch die Mischfarben richtig wiedergeben könnte, und dass nur durch die alleroberste Schicht, welche bei der Aufnahme in unmittelbarer Berührung mit dem Quecksilber steht und daher durch das Licht die durchgreifendsten Veränderungen erfährt, die richtigen Farben zerstört werden. Im Einklang mit dieser Vermutung steht der Umstand, dass die Mischfarben auf der Rückseite des Glases häufig besser sichtbar sind, als auf der Schichtseite. Dass die Mischfarben auf der Rückseite nicht völlig deutlich erscheinen, wird niemand Wunder nehmen, der mit diesen Verhältnissen vertraut ist. Sind doch auch bei Mischfarbenaufnahmen auf Gelatineplatten, welche auf der Schichtseite die herrlichsten, richtigen Farben zeigen, die Farben auf der Glasseite in der Regel ganz schlecht.

Es kommt also vielleicht nur darauf an, die oberste Schicht der Eiweissplatte zu entfernen, um die tieferen Schichten zur Geltung zu bringen. Abreiben der Schicht mit dem Alkohollappen führte nicht zum Ziele; es ist ein viel zu rohes Verfahren. Etwas besser wurden die Verhältnisse, als wir die fertige Aufnahme für wenige Sekunden in Quecksilbersublimat-Lösung (1:1000) tauchten, dann auswuschen und trockneten. Hierbei wird nur die oberste Bildschicht vom Quecksilber gebleicht und durchsichtig gemacht. Noch erheblich günstiger gestalteten sich aber die Ergebnisse, als wir die Platte für wenige Sekunden in stark verdünnten Fixiernatron-Blutlaugensalz-Abschwächer eintauchten. Das Rezept hierfür lautet:

a) Wasser 250 ccm, Fixiernatron 50 g; b) destilliertes Wasser 50 ccm, rotes Blutlaugensalz 10 g. Zum Gebrauche mischt man 10 ccm von Lösung a mit einigen Tropfen von Lösung b und verdünnt das Ganze mit 150 ccm Wasser.

Durch diesen Abschwächer wird zuerst die oberste Bildschicht angegriffen. Zu tiefgreifende Wirkung verdirbt die Farben vollständig. Man lasse den Abschwächer nur ganz kurze Zeit einwirken. War die Wirkung nicht ausreichend, was sich erst nach dem Trocknen der Platte feststellen lässt, so ist das Bad zu wiederholen.

Bei dieser Behandlungsmethode kamen in der That richtige Mischfarben zum Vorschein, von denen vorher keine Spur zu sehen war. Die Versuche wären also nach dieser Richtung hin weiter zu führen.

In Bezug auf Spektralaufnahmen bei Eiweissplatten sei noch hemerkt, dass bei längerer Belichtung die Farben auch auf der Rückseite der Platten sehr gut sichtbar werden, was bei Gelatine-Emulsionsplatten nur in beschränktem Masse der Fall ist.

Wir bemühten uns auch, die Fraunhoferschen Linien in möglichster Deutlichkeit sichtbar zu machen. Zu diesem Zwecke wurde die Spaltbreite auf 0,05 mm gestellt und die Belichtungszeit entsprechend verlängert. Die Linien traten aber nur undeutlich hervor, offenbar weil Irradiation des Lichtes innerhalb der Bildschicht und Zickzackspiegelung im Glase die Schärfe der Umrisse wesentlich beeinträchtigte.

Gelatine-Eiweiss-Emulsionsplatten.

Die günstigen Erfahrungen mit Eiweiss gegenüber den ungünstigen mit Gelatine veranlassten den Verfasser, Versuche mit Mischung dieser beiden Körper anzustellen um vielleicht die Vorzüge des Eiweisses (Leichtigkeit der

Herstellung von Spektren) mit den Vorzügen der Gelatine (Möglichkeit der Wiedergabe von Mischfarben) zu verbinden. Die ersten nach dieser Richtung hin angestellten Versuche fielen nichts weniger als ermutigend aus. Zwar mischen sich beide Körper in jedem Verhältnis; aber unvorhergesehene Übelstände vereitelten den Erfolg. Es stellte sich heraus, dass, wenn man Eiweiss mit fünfprozentiger Gelatinelösung dergestalt zusammenbringt, dass die Menge der Gelatinelösung nicht unter den vierten Teil des Eiweisses herabsinkt, die Bildschicht in dem nachfolgenden Silberbade oder bei dem darauffolgenden Waschen abschwimmt. Überdies wurde die Schicht im Silberbade milchig trübe. Geht man mit dem Gelatinezusatz noch mehr herunter, so bleibt zwar die Schicht haften; das Farbresultat ist aber gegenüber demjenigen auf reinen Eiweissplatten nur verschlechtert.

Wir kehrten nunmehr die Sache um. Nicht Eiweiss wurde mit Gelatine verdünnt und diese Mischung dann nach Art der Eiweissplatten behandelt; vielmehr wurde eine vorhandene Bromsilbergelatine-Emulsion mit Eiweiss verdünnt und das Gemisch nach Art der Gelatine-Emulsionsplatten behandelt. Als Mutterlösung diente die auf S. 24 beschriebene Gelatine-Emulsion.

Zu 30 ccm fertiger und mit Farbstoff versetzter Emulsion wurden 7 ccm Eiweiss hinzugegeben. Bei dem nachfolgenden Waschen schwamm aber die Schicht entweder vollständig ab, oder sie zog sich auf dem Glase wie eine Gummihaut bis auf etwa den vierten Teil der Platte zusammen. Da Veränderung der Eiweissmenge eine Besserung dieser Verhältnisse nicht herbeiführte, so suchten wir nach Stoffen, welche, der Mischung zugesetzt, die Klebefähigkeit derselben erhöhen. Belichtungsversuche mit abgeschwommenen Hautfetzen, die wir auf dem Glase wieder angetrocknet hatten, ergaben nämlich günstigere Resultate in der Farbwiedergabe, als sie mit derselben Emulsion

vor dem Eiweisszusatz erzielt waren. Es wurde also alles darangesetzt, die Schwierigkeiten zu überwinden und die Schicht zum Haften zu bringen. Als rettender Engel erwies sich Zusatz von Kochzucker: 5 g zu 100 ccm Emulsion. Die mit Zucker versetzte Gelatine-Eiweiss-Emulsion haftet vorzüglich am Glase, obgleich der Zucker beim Waschen nach dem Erstarren der Schicht wieder ausgewaschen wird. Der Zucker darf auf keinen Fall in der Schicht verbleiben. Wir machten den Versuch, eine Platte überhaupt nicht auszuwaschen. Während Platten ohne Zuckerzusatz, wenn man sie nach dem Guss nicht auswäscht, vollständig trübe auftrocknen (infolge Auskrystallisierens der überschüssigen Salze), trocknete die nicht ausgewaschene, mit Zucker versetzte Platte glasklar auf; sie gab aber bei nachfolgender Belichtung keine Spur von Farben.

Zweckmässig bleibt es, den Zucker im Eiweiss aufzulösen und nun dies Gemisch der fertigen Bromsilber-Emulsion zuzufügen. Die Eiweissmenge verhalte sich zur übrigen Emulsionsmenge wie 1:4.

Die zur Belichtung fertigen Gelatine-Eiweissplatten zeigen mehr oder minder ausgeprägte Trübung der Schicht. Mitunter ist diese Trübung so stark, dass man die Entstehung guter Farben kaum für möglich hält; dennoch sind hiermit die leuchtendsten Farben zu erzielen. Übrigens bleiben nach dem Fixieren nur noch schwache Spuren von Trübung. Um die Trübung nach Kräften einzuschränken, vermeiden wir möglichst den Zusatz von Alkohol zur Emulsion, da Alkohol Eiweiss zum Gerinnen bringt. Aus diesem Grunde wurde zur Färbung mit Erythrosin eine wässerige Erythrosin-Vorratslösung (1:500) benutzt. Cyanin löst sich dagegen nur in Alkohol. Nachdem auch die Farblösungen zugesetzt sind, wird mit Luftdruck filtriert. Reine, mit vorgeschriebenen Farbstoffmengen versetzte Gelatine-Emulsion (s. Valenta a. a. O.

S. 56) hat rötlich-violette Farbe. Nach Zusatz des Eiweiss hat die Mischung einen ausgeprägten Stich ins Blaue (die Farben sind natürlich nur bei Tageslicht zu beurteilen). Diese Farbveränderung geht Hand in Hand mit einer Veränderung der Empfindlichkeit für grüne und rote Strahlen. Nach unseren Erfahrungen liegen hier die Verhältnisse nicht ganz gleichmässig. In einzelnen Fällen war ausreichende Grün- und Rotempfindlichkeit der Gelatine-Eiweissplatten erst zu erzielen, wenn die Platten noch einmal im Erythrosin- und Cyaninbade (s. S. 10) gebadet wurden. Nach dieser Richtung hin ist der Farbstoffzusatz bei den Gelatine-Eiweissplatten abzuändern.

Die Hervorrufung der Gelatine-Eiweissplatten geschieht mit dem Lumièreschen Pyrogallol-Ammoniak-Bromkali-Entwickler (s. S. 12), wobei allerdings nur wenige Tropfen Ammoniak (wie bei reinen Eiweissplatten) zu verwenden sind. Der Pyrogallol-Ammoniumkarbonat-Bromkali-Entwickler erweicht die Bildschicht in so hohem Grade, dass mitunter Auflösung derselben stattfindet.

Die Gelatine-Eiweiss-Emulsionsplatten leisteten dem Verfasser bei Spektren- und Mischfarbenaufnahmen gute Dienste. In Fällen, wo die reine Gelatine-Emulsion versagte, erhielten wir nach Zusatz von Eiweiss befriedigende Farbwirkung. Da es uns jedoch nach endlosen Versuchen auch wieder glückte, in jeder Beziehung brauchbare, reine Gelatine-Emulsionsplatten herzustellen, welche die Resultate auf allen anderen Plattensorten übertreffen, so verlieren hierdurch die Gelatine-Eiweissplatten an Bedeutung. Bei der grossen Unbeständigkeit der Gelatine darf man sich allerdings nicht wundern, wenn die Gelatine eines Tages wieder vollständig versagt. Dann würde auf Eiweisszusatz zurückzugreifen sein.

In den Fällen, wo (wie dies bei den reinen Eiweissplatten auf Seite 15 beschrieben ist) auch die Aufnahmen auf Gelatine-Eiweiss-Emulsion zu viel metallischen Ober-

flächenglanz zeigten, leistete die Behandlung mit dem Quecksilbersublimatbade oder mit dem Fixiernatron-Blutlaugensalz-Abschwächer gute Dienste.

Gelatine-Emulsionsplatten.

Im Sommer 1894 kaufte Verfasser bei Schering in Berlin eine Probe Emulsionsgelatine (hart, nach Eders Vorschrift) und benutzte dieselbe zur Herstellung von Bromsilber-Emulsionen nach der von Valenta (a. a. O. S. 52) gegebenen Vorschrift. Das Ergebnis waren zahlreiche Spektren und etwa ein Dutzend brauchbarer Mischfarbenaufnahmen, also ein Material, wie es bis dahin in Deutschland nach Lippmanns Verfahren überhaupt noch nicht gewonnen war.

Der Gelatinevorrat ging zu Ende. Wir kauften neue Gelatine derselben Art aus derselben Fabrik — aber keine Aufnahme wollte gelingen. Der herannahende Winter unterbrach die Arbeiten, welche im darauffolgenden Frühjahr wieder in Angriff genommen wurden. Aber Misserfolge, nichts als Misserfolge, obgleich wiederholt neue Gelatine angeschafft und alle alten Chemikalien durch neue ersetzt wurden. Auch der Sommer 1895 ging zu Ende, ohne dass die Sache um einen Schritt gefördert wäre. 1896 ruhten die Arbeiten. Sobald im Frühjahr 1897 die Sonne höher am Himmel emporstieg und der Spektralapparat gute Farben lieferte, begann wiederum die Suche nach brauchbarer Gelatine. Die erste Emulsion des Jahres 1897 trug die Nummer 20. Aber noch bei Emulsion Nr. 33 findet sich in der Tabelle die Bemerkung: „Miserabele Farben“. Alle Emulsionsgelatinesorten, deren Verfasser habhaft werden konnte (auch die berühmte englische Nelson-Gelatine), waren durchprobiert. Da übergab Herr Dr. Cowl vom physiologischen Institut in Berlin dem Verfasser eine Gelatineprobe, die er zur Herstellung von Bakterienkul-

turen verwendete. Jeder gewiegte Emulsionär würde über die Zumutung, mit Bakterienfutter Trockenplatten zu giessen, gelacht haben. Aber weshalb sollte man bei so zahlreichen Misserfolgen nicht auch einmal aufs Geratewohl experimentieren? Ein mit dieser Emulsion aufgenommener, ausgestopfter Papagei kam im Bilde mit wunderbarer Farbenpracht und Naturtreue. Das Rätsel war gelöst. Die Misserfolge waren also doch — was bisher von vielen angezweifelt wurde — durch die Gelatine veranlasst.

Emulsion Nr. 8 hatte 1894 die letzten brauchbaren Farbresultate ergeben; erst Emulsion Nr. 34 lieferte (drei Jahre später!) wieder eine vorzügliche Platte. Das ist ein weiter Weg, auf dem man mehr als einmal die Hoffnung sinken lässt, das vorgesteckte Ziel zu erreichen. Man glaube nicht, dass jetzt auf einen Schlag alle Hindernisse schwanden. Nachdem das grosse Hindernis genommen, galt es, auch die zahllosen kleinen zu beseitigen. In erster Linie kam die Vermeidung der Schlieren an die Reihe, Untersuchungen, über die wir im folgenden eingehend berichten werden. Die Erfolge hoben sich jetzt zwar nicht von Tag zu Tag, aber doch wenigstens von Woche zu Woche, denn bereits Emulsion Nr. 41 lieferte von 40 gegossenen Platten wieder eine sehr schöne Mischfarbenaufnahme. Die Emulsionen 35 bis 40 gaben negative Resultate, weil nochmals andere Gelatinesorten untersucht wurden. Der von Cowl zur Verfügung gestellte Gelatinevorrat hatte nämlich nur für eine Emulsion gereicht und über die Neubeschaffung derselben Sorte verging einige Zeit. Wer der Fabrikant dieser für den Farbenphotographen so kostbaren Gelatine ist, konnten wir nicht ermitteln. Auf den Originalpaketen steht nur in goldener Schrift zu lesen, dass diese Gelatine zum Klären von Wein, Bier, Kaffee, zur Appretur von Seide und Baumwolle, zur Fabrikation von Strohhüten, künstlichen Blumen, Eingemachtem, Speisen u. s. w. das Vorzüglichste sei, und

dass sie aus diesem Grunde auf Weltausstellungen schon mehrfach prämiiert wurde. Die Gelatine ist bei Lautenschläger in Berlin (Oranienburgerstr. 54) zu erhalten.

Nachdem also 1 kg hiervon, welches den Bedarf des nächsten Jahrzehntes decken dürfte, gekauft war, legte der Verfasser alle übrigen Emulsionsgelatinesorten beiseite und arbeitete ausschliesslich mit der neubezogenen Gelatine. Nach Ausmerzung sonstiger Fehler nahmen die Arbeiten nunmehr den erfreulichsten Fortgang, so dass wir in der Tabelle als Bemerkung zu Emulsion Nr. 46 bereits schreiben konnten: „Wofern nicht Fehlschläge durch falsche Bemessung der Belichtungszeit eintreten, gelingt jede Platte".

Man wird gewiss erstaunt fragen, wie es kommen kann, dass ein im Vergleich zu den sorgfältig bereiteten Emulsionsgelatinen nur minderwertiges Fabrikat alles andere aus dem Felde schlägt? Vielleicht ergiebt sich die Antwort aus einer Abbildung, welche sich auf dem durch Lautenschläger bezogenen Gelatine-Paket befindet. Wir sehen da eine ausgedehnte Fabrikanlage. In diesen mächtigen Gebäuden müssen täglich ungeheuere Gelatinemengen hergestellt werden. In dieser Massenfabrikation liegt wohl das Geheimnis. Gelatine ist ein verwickelt zusammengesetzter und allen möglichen Einflüssen unterliegender, unbeständiger Körper. Durch die Massenfabrikation gleichen sich aber die Fehler aus, welche im Kleinbetriebe gelegentlich das ganze Fabrikat verderben.

Noch ein anderer Punkt muss berücksichtigt werden. Die durch Lautenschläger bezogene Gelatine ist, wie jede für den Haushalt bestimmte, geruch- und farblos. Diese Verschönerung der Gelatine wird durch Mittel herbeigeführt, welche für das Lippmannsche Farbenverfahren wahrscheinlich keineswegs bedeutungslos sind. Vor allem dürften die zum Bleichen verwendeten Stoffe, von denen jedenfalls Reste in der Gelatine zurückbleiben, in der fertigen Emulsion eine Rolle spielen.

Geben wir nunmehr eine kurze Beschreibung einer Emulsionsbereitung. Nach Durchprobieren der verschiedensten Vorschriften, welche Brom, Chlor und Brom oder auch nur Chlor enthalten, sind wir immer wieder zu der Bromsilber-Emulsion (s. folgende Seite) zurückgekehrt, deren Vorschrift Valenta in seinem mehrfach erwähnten Buch auf S. 52 giebt. Wir mischen aber, um nicht zu viel von dem teuren Silber zu verschwenden (alle übrigen Stoffe sind beinahe wertlos), nur den vierten Teil der von Valenta angegebenen Mengen. Von den auf diese Weise erzielten 150 ccm Emulsion könnte man viele Hunderte Platten giessen. Durch die eigenartige Herstellung dieser Platten empfiehlt es sich jedoch, nicht über zwei oder höchstens drei Dutzend Platten bei jeder Emulsion hinauszugehen. Man muss nämlich schnell arbeiten, damit die Emulsion keine Zeit findet, nachzureifen. Die immer nur ganz dicht über dem Schmelzpunkt gehaltene Gelatine kühlt sich während der Arbeit trotz aller Vorsichtsmassregeln derart ab, dass man sie spätestens nach dem Guss von 24 Platten wieder anwärmen muss. Während des Anwärmens reift die Emulsion, und in der Regel war bei unseren Versuchen das dritte Dutzend Platten schon unbrauchbar, während die beiden ersten in vorzüglichster Weise arbeiteten. Deshalb werden für Lippmann-Aufnahmen geeignete Emulsionsplatten sich kaum im Grossbetriebe herstellen lassen.

Heisse Zimmertemperatur und gewitterschwüle Luft wirken auf die Emulsion ungünstig. Ist doch auch bei den gewöhnlichen, hochempfindlichen Trockenplatten Winterware die beste!

Da man von den 150 ccm Emulsion für den Guss von ungefähr zwei Dutzend Platten immer nur einen verschwindend kleinen Teil benötigt, so liegt der Gedanke nahe, jedesmal noch weniger Emulsion zu bereiten. Man sei aber nicht allzu sparsam; denn eine zu geringfügige

Emulsionsmenge kühlt sich noch schneller ab, und es stellen sich daher Unzuträglichkeiten ein. Zur Bereitung der Emulsion muss man 3 Lösungen getrennt ansetzen:

Lösung 1: Gelatine . . . . . 2,5 g,
destill. Wasser . . . . 70 ccm;
Lösung 2: Silbernitrat (kryst.) . . 1,5 g,
destill. Wasser . . . . 5 ccm;
Lösung 3: Gelatine . . . . . 5 g,
destill. Wasser . . . . 75 ccm,
Bromkalium . . . . 1,5 g.

Nachdem die Gelatine in kaltem Wasser aufgequollen ist, was ungefähr zehn Minuten beansprucht, erwärmt man Lösung 1 und 3 bis zum völligen Schmelzen der Gelatine und lässt 3 bis auf 35 Grad C. (= 28 Grad R.), 1 aber nur bis auf 37 Grad C. abkühlen. Dann giesst man Lösung 2 in 1, rührt gut um und giebt nun sofort in der Dunkelkammer Lösung 1 und 2 tropfenweis in Lösung 3. Letztere ist hierbei fortwährend umzurühren. Sobald die Mischung beendet ist, fügt man die Farblösung hinzu:

Alkoholische Erythrosinlösung (1:500) . . 1 ccm,
Alkoholische Cyaninlösung (frisch bereitet!) (1:500) . . . . . 2 „

Die nunmehr fertige Emulsion, welche glasig durchsichtig sein muss, wird mit Luftdruck in die Giessflasche hineinfiltriert. Letztere ist eine weithalsige, am Boden durchbohrte Glasflasche, welche, um schnellem Abkühlen des Inhaltes vorzubeugen, mit dicker Stoffhülle umgeben ist. Die Giessflasche mit ihrer Hülle muss vor dem Eingiessen der Emulsion angewärmt werden. Durch das Loch am Boden reicht in das Innere der Flasche ein kurzer Gummischlauch, welcher mit Quetschhahn geschlossen ist. Die Giessflasche steht auf Holzgestell in einiger Höhe über dem Tisch, so dass man mit der zu begiessenden Platte bequem unter die Flasche gelangt. Die Platten sind unmittelbar vor dem Guss aufs sorgfältigste gereinigt.

Vor dem Begiessen wärmt man jede Platte über der Dunkelzimmerlampe (die sehr hell brennen darf) leicht an, bringt nun die Platte unter die Giessflasche, öffnet den Quetschhahn, lässt so viel Emulsion auf die Platte laufen, dass die ganze Oberfläche derselben damit bedeckt ist und giesst den Überschuss, so viel gutwillig ablaufen will, in einen sauberen Topf zurück. Nach dem Guss von acht bis zehn Platten im Format 9×12 cm ist die Giessflasche leer, und man schüttet die in dem Topf aufgefangene Emulsion, ohne sie wieder anzuwärmen, in die Giessflasche zurück.

Die gegossene Platte kommt sofort (nicht centrifugieren!) auf eine genau wagerecht gestellte Marmorplatte, damit die Emulsionsschicht schnell erstarrt. Sind alle Platten gegossen und auf der Marmorplatte niedergelegt, so ist sogleich das Waschen vorzunehmen. In der ersten Zeit, wo man, bei noch nicht hinreichender Übung, nicht mit der nötigen Geschwindigkeit arbeitet, lasse man sich bei dem Waschen durch einen Gehilfen unterstützen; es könnte sich sonst ereignen, dass die Schicht der ersten Platten bereits auftrocknet, bevor die letzte Platte gegossen ist. Dies Auftrocknen muss man aber vermeiden, da hierbei die überschüssigen Salze auskrystallisieren und das Gefüge der feinen Haut zerreissen.

Valenta schreibt vor (a. a. O. S. 54), die erstarrten Platten vor dem Waschen in verdünntem Alkohol zu baden, da andernfalls zahlreiche kleine Luftblasen den Platten zähe anhaften und nach dem Auswässern die Schicht wie von kleinen Nadelstichen bedeckt erscheint.

Man darf nicht vergessen, dass durch dieses Alkoholbad ein Teil des Farbstoffes aus der Bildschicht ausgelaugt wird. Wir zogen es deshalb vor, die Luftbläschen lediglich durch einen sehr kräftig auf die Platten auftreffenden Wasserstrahl zu entfernen. Die Bildschicht verträgt in dieser Hinsicht, ohne abzuschwimmen, unglaub-

lich viel. Sollten gar einige Luftbläschen zurückbleiben, so beeinträchtigen sie die Schönheit des fertigen Bildes nicht im mindesten. Nach dem Abspülen unter dem Wasserstrahl kommen die Platten für 15 Minuten bei zweimal gewechseltem Wasser in einen Waschtrog; dann werden sie getrocknet, nachdem die anhaftenden Wassertropfen auf der Centrifuge abgeschleudert sind.

Die getrockneten Platten, welche völlig glasklar sein müssen (bei trüber Schicht erhält man keine brauchbaren Farben), halten sich längere Zeit. Im Sommer 1897 probierten wir einige Platten, die im Sommer 1894 hergestellt waren, und zwar rührten dieselben teils vom Verfasser, teils von Herrn Hans Schmidt in München her. Beide Plattensorten ergaben jetzt genau so schlechte (aber auch keine schlechteren) Resultate wie vor drei Jahren. Insbesondere fiel auf, dass keine Neigung zur Schleierbildung bestand, was in Anbetracht der Gegenwart von Cyanin bemerkenswert bleibt.

Von Lumière und Valenta wird angegeben, dass die Emulsion die Temperatur von 40 Grad C. nicht überschreiten darf. Vor drei Jahren erzielten wir mit 40 Grad C. noch vorzügliche Resultate. Jetzt waren wir gezwungen, höchstens bis 35 oder 36 Grad C. zu gehen, weil sonst die Platten völlig versagten. Es spielen ausser der Temperatur jedenfalls noch zufällige Beimengungen der Gelatine eine Rolle.

Die Arbeit des Plattengiessens würde sich wesentlich vereinfachen, wenn man die Emulsion vor dem Guss auswäscht, so wie dies in der Plattenfabrikation allgemein geschieht. Valenta (a. a. O. S. 52) giebt hierfür Vorschriften, welche darauf hinauslaufen, die Emulsion mit Alkohol zu fällen und dann auszuwaschen. Man kann auch (ohne Alkoholzusatz) die erstarrte Emulsion zerkleinern und dann auswaschen. Wir versuchten beide Methoden, erhielten hier aber niemals so gute Farbbilder,

wie bei Herstellung der Platten nach obenbeschriebener Methode.

Wesentlich bleibt, dass man bei der Emulsionsbereitung die Silbernitratlösung zu der für sie bestimmten Gelatinelösung erst unmittelbar vor dem Anfertigen der Emulsion hinzusetzt. Aus Versehen schütteten wir in einem Falle das Silbernitrat gleichzeitig mit der aufzuquellenden Gelatine in das Wasser von Lösung 1. Die Emulsionsbereitung konnte erst eine Stunde später stattfinden. Die Emulsion zeigte bei völliger Klarheit eine ungeheure Steigerung der Empfindlichkeit; aber die Platten hatten ausserordentliche Neigung zum Rotschleier, so dass tadellose Aufnahmen nicht erzielt werden konnten. Die Aufnahme eines ausgestopften Papageis konnte bei Blendenöffnung $f/4$ und bestem Sonnenlicht in 30 Sekunden bewerkstelligt werden. Wir heben dies besonders hervor, weil Versuche, die Belichtungszeit bei Lippmann-Aufnahmen abzukürzen, nach verschiedener Richtung hin unternommen sind. Valenta hat zur Erhöhung der Empfindlichkeit der Emulsion Zusatz von Natriumsulfit empfohlen (Photogr. Korresp. 1893, Nr. 399, S. 579). Lumière konnte die Wirksamkeit dieses Zusatzes nicht bestätigen und empfahl, die fertigen Platten zur Erhöhung der Empfindlichkeit in einer $^1/_2$ proz. Silberlösung zu baden (Eders Jahrbuch für 1897, S. 28). Mit diesen Platten gelang es, Gegenstände, welche vom Sonnenlicht beleuchtet waren, mittels eines Objektivs von $f/4{,}5$ in einer Minute aufzunehmen. Leider büssen die so behandelten Platten ihre Haltbarkeit ein und zeigen grosse Neigung zur Schleierbildung. Die Erhöhung der Plattenempfindlichkeit durch vorzeitigen Silberzusatz sollte daher weiter untersucht werden. Schliesslich giebt es auch Mittel, den hierbei auftretenden Rotschleier zu entfernen.

Die Emulsionsplatten lassen sich ebenso wie Eiweissplatten mit jedem Entwickler hervorrufen. Jedoch erhält

man bei ersteren nur schwache Andeutungen von Farbe, wenn man einen anderen Hervorrufer, als denjenigen mit Pyro-Ammoniak-Bromkali verwendet. Gut brauchbar wäre auch Pyro-Ammoniumkarbonat-Bromkali (s. S. 13), jedoch wird nach des Verfassers Erfahrungen hierin die Gelatine zu stark aufgeweicht. Wir verwenden den Pyro-Ammoniak-Bromkali-Hervorrufer in der von Lumière empfohlenen Zusammensetzung: Lösung 1: Wasser 50 ccm, Pyrogallol 0,5 g; Lösung 2: 10proz. Bromkalilösung; Lösung 3: Ammoniak (spez. Gew. 0,96). Zum Gebrauch mischt man 5 ccm Lösung 1, 7,5 ccm Lösung 2, 2,5 ccm Lösung 3 und 35 ccm Wasser. Während es nun beim Hervorrufen der Eiweissplatten von grösster Wichtigkeit ist, recht langsam zu entwickeln, findet bei den Gelatineplatten das Umgekehrte statt: Bei den Versuchen, dieselben langsam hervorzurufen, erschienen die Farben nicht lebhaft oder die Lichter (insbesondere die rotgelben Farben) entwickelten sich den Schatten gegenüber zu kräftig und das fertige Bild entsprach nicht dem Original. Die Farben kommen am richtigsten und am glänzendsten, wenn man sogleich die ganze Ammoniakmenge in den Entwickler giebt und damit die Hervorrufung in kürzester Zeit beendet.

Die guten Bromsilberemulsions-Platten geben Spektren mit leuchtenden Farben. Die besten Aufnahmen dieser Art sind leuchtender, als die besten Spektren auf Eiweissplatten. Aber das Spektrum ist auf letzteren besser geschlossen und gleichmässiger in der Leuchtkraft der Farben. Bei Gelatineplatten ereignet es sich häufig, dass ein besonderer Abschnitt des Spektrums (bei verschiedenen Aufnahmen kann die Lage desselben wechseln) ganz besonders hervortritt. Hierbei spielt nicht nur die Sensibilisierung der Platten eine massgebende Rolle, sondern auch der Stand der Sonne und die Beschaffenheit der Atmosphäre. Wir raten daher, Spektralaufnahmen möglichst nur auf Eiweissplatten zu fertigen. Die Herstellung von

Mischfarbenaufnahmen bleibt dagegen vorläufig für Gelatineplatten vorbehalten.

Die Schlieren.

Der schlimmste Feind des Farbenphotographen, welcher auch dem Verfasser viele Hunderte von Aufnahmen verdarb, sind die Schlieren. Die Platte kommt im Entwickler gut; aber nach dem Trocknen zeigt sich das Bild durchsetzt von Streifen und Flecken, deren Farbe von der Farbe der benachbarten Teile erheblich abweicht. Die Aufnahme ist daher völlig unbrauchbar. Man fertigt eine neue: wieder Schlieren von anderer Form, Farbe und anderem Verlauf. Mitunter zeigt sich aber eine auffallende Ähnlichkeit der Schlieren bei den verschiedenen Aufnahmen. Wie entstehen dieselben, und wie kann man sie vermeiden? Während für gewisse Arten von Schlieren die Entstehungsursache leicht zu erraten ist, wussten wir lange Zeit mit einer ausserordentlich charakteristischen Gruppe derselben durchaus nichts anzufangen.

Es sei bemerkt, dass Albuminplatten nur äusserst geringe Neigung zur Schlierenbildung haben; genannter Fehler tritt fast ausschliesslich bei Gelatineplatten auf.

Giesst man die Gelatine aus einem Topf auf die angewärmte Platte und lässt durch Neigen der Platte den Überschuss in den Topf zurücklaufen, so hat man nunmehr, besonders wenn das Arbeiten in kühlem Raume geschieht, im Topfe Emulsion, welche nicht mehr gleichmässig in der Temperatur ist. Giesst man diese ungleichmässig temperierte Emulsion auf die folgende Platte, so giebt es Schlieren. Bei jeder nachfolgenden Platte gestalten sich die Verhältnisse immer ungünstiger. Es ist also nötig, die Emulsion aus einer Flasche zu entnehmen, welche am Boden eine Öffnung hat (s. S. 24). Man durchbohre den Boden einer Glasflasche derart, dass ein enger

Gummischlauch in der Öffnung Platz findet und schliesse den Schlauch mit Quetschhahn. Die von der Platte ablaufende Emulsion muss in besonderem Gefäss aufgefangen und, bevor sie von neuem vergossen wird, sorgfältig umgerührt werden.

Bringt man in dieser Weise Emulsion auf die Platte, so wird, falls die Temperatur des Arbeitsraumes unterhalb des Erstarrungspunktes der Gelatine liegt, durch Erstarren sich schnell ein feines Oberflächenhäutchen bilden. Bringt man nun die Platte auf die Centrifuge, so wird das erstarrte Häutchen zum Teil heruntergeschleudert. Auf der Platte festhaftende Fetzen sind wiederum Veranlassung von Schlieren. Wir beseitigen diesen Übelstand jetzt dadurch, dass das Centrifugieren ganz unterbleibt. Auf andere schädliche Wirkungen des Centrifugierens kommen wir später zurück. Lässt man sofort nach dem Guss bei senkrechter Stellung der Platte so viel Emulsion ablaufen, wie gutwillig ablaufen will, so wird die Häutchenbildung vermieden, und die Bildschicht ist hinreichend dünn.

Schlieren entstehen fernerhin, wenn man beim Plattenputzen nicht mit genügender Sorgfalt verfährt. Bleiben Reste organischer Substanz an der Glasplatte haften, so können dieselben auf die neu aufgetragene Bildschicht zersetzend einwirken. Hierdurch wird die Empfindlichkeit der letzteren zum Teil erhöht, zum Teil herabgesetzt, und Schlieren sind unausbleiblich.

Gutes Plattenputzen bleibt eine recht mühsame Sache. Der moderne Amateur, welcher sein Paket Platten kauft, das fertige Negativ kopiert und sich dann auf seine Leistung ungeheuer viel einbildet, lernt die wahren Schwierigkeiten der Photographie, wie sie dass nasse Verfahren so reichlich mit sich brachte, überhaupt niemals kennen. Das Plattenputzen, welches im Leben des „nassen“ Photographen eine so bedeutsame Rolle spielte, ist eine der

unangenehmsten Zugaben des Lippmann-Verfahrens. Um für den Guss völlig reines Glas zu haben, muss man unbedingt folgendermassen vorgehen: Verwendet man bereits gebrauchte Platten, so ist die Bildschicht aufs sorgfältigste bis auf die letzten sichtbaren Spuren zu entfernen. Dann belässt man die Platten zwölf Stunden in roher Salpetersäure, welche zur Hälfte mit Wasser verdünnt ist. Da es sich stets um Reinigung einer grösseren Anzahl von Platten handelt, so benutzen wir für das Salpetersäurebad einen Wässerungstrog aus Porzellan, der Raum für 24 Platten bietet. Es ist hierfür selbstverständlich nur Porzellan oder Glas verwendbar, da die Salpetersäure jedes andere Material in kürzester Zeit angreift. Um beim Herausnehmen der Platten ein Verspritzen der Säure und Verderben der Finger zu verhüten, lassen wir nach beendigtem Bade die Säure mittels eines als Saugheber verwendeten Gummischlauches in die Vorratsflasche zurücklaufen. Füllt man in den Wässerungskasten nunmehr noch zweimal Wasser nach und lässt ebenfalls durch Saugheber ablaufen, so sind die noch verbleibenden Säurereste derart verdünnt, dass sie erheblichen Schaden nicht mehr anrichten. Schliesslich spült man jede einzelne Platte unter dem Hahne und trocknet sorgfältig.

Kurz vor dem Guss werden die Platten mit Alkohol oder Ammoniak poliert: Man giesst einige Tropfen davon auf die Platte und verreibt kräftig mit einem Bausch sauberer Leinwand. Nunmehr giebt man durch Abreiben mit einem sauberen Leinwandlappen der Platte die letzte Weihe; hierbei zieht man frisch gewaschene Handschuhe an, weil man sorgfältig vermeiden muss, dass der Putzlappen Schweiss von den Fingern annimmt.

Nur auf diesem Wege erzielt man, was unbedingt nötig ist, Platten, welche den Hauch als gleichmässig bläuliche Schicht annehmen. Jedes Abweichen von den gegebenen Regeln straft sich damit, dass einerseits die

Bildschicht schlecht am Glase haftet, andererseits die Gefahr der Schlierenbildung auftritt.

Da es schwer hält, auf den fertigen Platten die Schichtseite von der Glasseite zu unterscheiden, so macht man vor Beginn des Plattenputzens auf der Glasseite ein Zeichen mit dem Schreibediamanten (zwei Kreuze in einer Ecke erwiesen sich als ein in der Dunkelkammer gut erkennbares Merkmal). Wenn selbstverständlich der für den Guss bestimmten Plattenseite beim Reinigen die grössere Sorgfalt zuzuwenden ist, so muss doch auch die Rückseite aufs sorgfältigste gesäubert werden, schon weil die Platten von der Glasseite aus belichtet werden.

Bei Einhaltung all dieser Vorsichtsmassregeln zeigten unsere Gelatineplatten dennoch die unangenehmsten Schlieren. Lange Zeit schien Vermeidung derselben aussichtslos. Bei Vergleichung einer grossen Anzahl schlieriger Aufnahmen liess sich jedoch feststellen, dass die Schlieren gewisse übereinstimmende Merkmale aufwiesen; sie verbreiteten sich sternförmig von einem nicht genau central gelegenen Punkte der Platte; neben diesen Sternfiguren kamen auch unregelmässige Muster vor. Es liess sich nun nachweisen, dass die im Deckel der Quecksilberkassette vorhandene, für das Einfüllen des Quecksilbers bestimmte Öffnung dem Centrum der Schlieren entsprach. Einige Versuche bewiesen mit Sicherheit, dass diese Art von Schlieren dem Quecksilber ihre Entstehung verdanken. Wo das einlaufende Quecksilber auf die Platte prallt, sind die Veränderungen in der Bildschicht am durchgreifendsten. Das Quecksilber schiesst nach allen Seiten über die Platte und bringt so die sternförmigen Figuren zu stande. Einige losgerissene Kügelchen verursachen die unregelmässigen Muster. Die Einwirkung des Quecksilbers auf die Bildschicht ist hierbei eine mechanische und chemische. Allgemein ist bekannt, dass, wenn man über eine unbelichtete Trockenplatte mit einem harten Gegenstande hinfährt,

sich bei der Entwicklung entsprechende dunkele Striche auf der Platte zeigen. Ebenso wirkt das schwere, über die Platte rollende Quecksilber. Die chemische Einwirkung des Quecksilbers ist darauf zurückzuführen, dass das Metall ungemein leicht Verbindung mit dem Sauerstoff der Luft eingeht und das hierbei entstehende Oxydul die empfindliche Bildschicht verändert. Das Oxydul befindet sich an der Oberfläche des Quecksilbers: jedes über die Platte rollende Kügelchen hinterlässt Spuren seiner Bahn. Selbstverständlich verwenden wir zu den Aufnahmen nur aufs beste gereinigtes Quecksilber. Die Oxydation geht aber so schnell vor sich, dass schon kurz nach dem Filtrieren sich nachteilige Wirkungen bemerkbar machen.

Nachdem der Grund der Schlierenbildung erkannt war, hielt es nicht schwer, Abhilfe zu schaffen. Verfasser baute die Kassette[1]) derart um, dass sich die Einlauföffnung für das Quecksilber an der unteren Kante der Platte, die Öffnung für den Austritt der Luft dagegen an der oberen Kante befindet. Beim Einfüllen des Quecksilbers legt man die Kassette nicht auf den Tisch, sondern stellt sie senkrecht auf, so dass das Quecksilber in dem Raume hinter der Platte senkrecht in die Höhe steigt und nicht über die Platte rollt. Beim Entleeren befindet sich die Kassette in derselben Lage. Es kommt darauf an, das Eingiessen schnell und gleichmässig zu bewerkstelligen. Pausiert man einen Augenblick, während die Kassette halb gefüllt ist, so hat man sofort eine quer über die Platte verlaufende Schliere. Zum Eingiessen benutzen wir eine kleine, das Quecksilber enthaltende Glasflasche, in deren Inneres durch den Kork eine Glasröhre führt. Über diese Röhre wird der kurze Gummischlauch gezogen, welcher

1) Quecksilberkassetten für Aufnahmen nach Lippmanns Verfahren bringen u. a. Stegemann (Berlin, Oranienstr. 151) und Braun (Berlin, Königgrätzer Str. 31) in den Handel.

in die Einlauföffnung der Kassette eingekittet ist. Nach dem Einguss schliesst man den Schlauch durch Quetschhahn.

Natürlich muss dafür gesorgt werden, dass für das austretende Quecksilber Luft in die Flasche gelangen kann. Wir bohrten daher in die Flasche dicht unterhalb des Halses ein sehr feines Loch — nicht grösser, als dass man die Spitze einer Nähnadel hindurckstecken kann. Mit diesen Vorrichtungen vollzieht sich das Eingiessen des Quecksilbers in die Kassette und das Ablassen desselben schnell und sicher, und die so gefürchteten Schlieren werden vermieden.

Die durch das Quecksilber erzeugten Schlieren sind darauf zurückzuführen, dass Quecksilberoxydul als Sensibilisator auf die Platte wirkt. In diesen Schlieren ist nämlich der Regel nach die Plattenempfindlichkeit erhöht. Wir machten den Versuch, diese Sensibilisierung praktisch zu verwerten: die Platte wurde vor der Belichtung in Alkohol gebadet, welcher seit längerer Zeit zum Reinigen der Quecksilberflaschen benutzt war. Der Versuch fiel negativ aus. Die Plattenempfindlichkeit war in keiner Weise beeinflusst.

Unter den Schlieren hätten wir endlich noch diejenigen mit metallischem Glanze zu erwähnen, welche von den fest an der Bildschicht anhaftenden Quecksilberteilchen herrühren. Um sie zu entfernen, muss man unmittelbar nach dem Herausnehmen aus der Kassette die Platte kräftig mit einem weichen Lederlappen abreiben und sie dann kurz vor dem Entwickeln mit einem in Alkohol getränkten, weichen Pinsel überfahren. Bei Gelatineplatten ist hierfür absoluter Alkohol zu verwenden, bei Eiweissplatten dagegen Alkohol mit reichlichem Wassergehalt. Behandelt man nämlich die Eiweissschicht mit absolutem Alkohol, so blättert die Schicht bei der nachfolgenden Entwicklung ab. Blieben, was man erst an

der trockenen Platte nach dem Entwickeln bemerkt, trotzdem Quecksilberteilchen auf der Bildschicht haften, so sind dieselben kaum zu entfernen, da die Chemikalien, welche Quecksilber auflösen, ein gleiches mit dem in der Bildschicht vorhandenen Silber thun. Auch starkes Erhitzen der Platte, um das Quecksilber zu verdampfen, führt nicht zum Ziele.

Die Wartung des Quecksilbers.

Leider glückte es bis jetzt noch nicht, bei den Aufnahmen nach Lippmanns Verfahren einen vollgültigen Ersatz für den Quecksilberspiegel zu schaffen. Um tadellose Aufnahmen herzustellen, muss dasselbe sehr sauber gehalten werden. Am besten filtriert man dasselbe vor jeder neuen Füllung der Kassette. Da dies aber mit erheblichen Zeitverlusten verbunden ist, so genügt es, wenn man das Filtrieren täglich einmal, ohne Rücksicht auf die Zahl der Aufnahmen, vornimmt. Zum Filtrieren verwenden wir die auf S. 6 beschriebenen Luftdruck-Filtrierflaschen. Über den Flaschenhals bindet man eine vierfache Lage von feinstem weissen Mull. Verwendet man an Stelle des Mulls dünnes Leder, so geht das Filtrieren erheblich langsamer vor sich. Die zum Filtrieren des Quecksilbers benutzte Flasche darf zu keinem anderen Zwecke verwendet werden.

Das filtrierte Metall giesst man in die auf S. 31 beschriebene Flasche mit dem durchbohrten Korkstöpsel und der feinen Öffnung unter dem Halse. Man muss zwei solcher Flaschen zur Verfügung haben. Um nämlich das Innere stets sauber zu halten, wird die jeweilig benutzte Flasche nach vollbrachter Tagesarbeit mit Alkohol gefüllt, welcher 24 Stunden in der Flasche verbleibt. Vor der neuen Füllung mit Quecksilber wird die Flasche dann mit sauberen Leinwandlappen ausgewischt.

Täglich sind auch diejenigen Teile der Kassette, welche mit dem Quecksilber in Berührung kommen, mit einem in Alkohol getränkten Lappen abzuwischen. In derselben Weise sind die Röhren und Schläuche, welche das Quecksilber passiert, zu reinigen. Das Oxydul setzt sich nämlich an alle Wandungen an; neu eingefülltes Quecksilber würde Teile desselben mit sich reissen und dadurch schnell verunreinigt werden.

Man glaube nicht, dass man auch ohne sorgfältiges Befolgen dieser Vorschriften zu guten Bildern gelangt. In jahrelanger Arbeit, wobei Tausende von Aufnahmen gefertigt wurden, erwiesen sich die hier und im folgenden dargelegten Methoden als die zuverlässigsten.

Chemisch reines Quecksilber zeigt eine wesentlich geringere Neigung zur Oxydation als das gewöhnliche Quecksilber. Die wenn auch nur in geringfügigsten Mengen vorhandenen Verunreinigungen des Metalls befördern die schnelle Oxydation.

Die Centrifuge.

Man bedarf zur Herstellung von farbigen Aufnahmen einer sehr dünnen Bildschicht. Man muss also das auf die Platte gegossene Eiweiss oder die Emulsion nach gleichmässiger Ausbreitung zum allergrössten Teil wieder von der Platte herunterbefördern. Lässt man gründlich ablaufen, so bleibt immer noch ziemlich viel auf dem Glase zurück. Es wurde daher von Anfang an empfohlen, die Platten unmittelbar nach dem Guss zu centrifugieren. Allerdings machten die Autoren darauf aufmerksam, dass man das Centrifugieren nicht übertreiben dürfe. Nach den vielen Fehlschlägen, die Verfasser auf dem Gebiete der Farbenphotographie besonders im Jahre 1895 zu verzeichnen hatte, prüfte er genau den Einfluss des Centrifugierens auf das Endresultat. Zu dem Zwecke baute er

die vorhandene, etwas schwerfällige Centrifuge dergestalt um, dass sie bis zu 40 Umdrehungen in der Sekunde gestattete. Auch bei dieser Geschwindigkeit wird nicht alle Emulsion von der Platte hinuntergeschleudert — allerdings unter der Voraussetzung, dass die Platten aufs sorgfältigste geputzt sind. Centrifugiert man schlecht geputzte Platten mit allergrösster Geschwindigkeit, so kann es sich ereignen, dass überhaupt alles herunterfliegt.

Bei den vergleichenden Versuchen stellte es sich heraus, dass das Centrifugieren nicht nur überflüssig, sondern sogar schädlich ist. Die Unempfindlichkeit der Platten wird mit zunehmender Dünnheit der Schicht immer grösser; leuchtende Farben sind bei sehr dünnem Guss nicht mehr zu erzielen. Das beste ist (mag es sich um Eiweiss- oder um Gelatineplatten handeln), wenn man nach dem Guss so viel ablaufen lässt, als gutwillig ablaufen will. Beim Ablaufen sammelt sich ein Überschuss auf der nach unten gekehrten Seite der Platte an. Man muss daher, bevor man die Platte zum Erstarren auf die wagerechte Unterlage bringt, die Platte umkehren, damit der in einer Ecke angesammelte Überschuss wieder zur Mitte zurückfliesst. Nunmehr ist es zweckmässig, die Platte auf die Centrifuge zu legen und einige ganz langsame Umdrehungen auszuführen, damit eine möglichst gleichmässige Verteilung der Flüssigkeit über die Platte stattfindet. Abschleudern von Flüssigkeit soll hierbei nicht stattfinden.

Die mit vielem Zeitaufwande umgebaute Centrifuge, welche ihren eigentlichen Zweck verfehlt hatte, erwies sich schliesslich doch noch als ein überaus wertvolles Instrument — zum Trocknen der Platten. Es ist nämlich notwendig, dergleichen Platten nach den verschiedenen Bädern und Waschungen möglichst schnell zu trocknen, um Tropfenbildung auf der Bildschicht zu verhüten. Wo ein Tropfen längere Zeit verbleibt, nachdem die Umgebung aufgetrocknet ist, bildet sich ein Rand, welcher das Farb-

resultat aufs empfindlichste beeinträchtigt. Es empfiehlt sich also, die Platten nach jeder Waschung so kräftig wie irgend möglich zu centrifugieren und dieselben dann erst zum Trocknen aufzustellen.

Herstellung von Mischfarben-Aufnahmen.

Zur Aufnahme reiner Spektralfarben, d. h. derjenigen Farben, wie sie uns der das weisse Licht in seine Grundfarben zerlegende Spektralapparat liefert, eignen sich, worauf wir schon früher hinwiesen, am besten Eiweissplatten. Zum Photographieren der Mischfarben, d. h. derjenigen Farben, wie sie allerwärts in der Natur vorkommen (bunte Blumen und Kleider, grüne Blätter, blauer Himmel, Gemälde u. s. w.), sind dagegen die Gelatineemulsionsplatten am meisten geeignet. Wir wollen im folgenden kurz auseinandersetzen, welche Regeln bei Aufnahme von Mischfarben zu befolgen sind.

Da es ratsam ist, mit dem Leichtesten zu beginnen, so fange man seine Studien bei Mischfarbenaufnahmen mit Äpfeln an. Gelbe Äpfel mit gelbroten Backen gelingen beinahe stets: es handelt sich hier um zwei Farben, für welche die Platten hohe Empfindlichkeit besitzen und welche spektrographisch erheblich reiner sind als die überwiegende Mehrzahl der übrigen Mischfarben. Dass man wegen der kräftigen Wirkung dieser beiden Farben kurz exponieren kann, ist ein wesentlicher Vorteil. Gelb und Gelbrot werden überdies von der Platte ungefähr als gleich hell empfunden. Bei Mischfarbenaufnahmen bleibt das Unangenehmste, wenn man es neben anderen Farben mit irgend einer Farbe (z. B. mit Blaugrün) zu thun hat, für welche die Empfindlichkeit der Platten geringfügig ist. Hier hält es überaus schwer, alle vorhandenen Farben richtig wiederzugeben. Meist ist eine Farbengruppe be-

reits überexponiert, während die andere noch viel längere Belichtung verträgt.

Man vermeide es, die aufzunehmenden Äpfel abzureiben. Der dadurch herbeigeführte Oberflächenglanz benachteiligt die richtige Farbenwiedergabe. Bei stumpfer Oberfläche kommen die Farben am besten zur Geltung.

Von grösster Wichtigkeit ist die Anordnung der aufzunehmenden Gegenstände. Stets bleibt es vorteilhaft, das aufzunehmende Objekt (Fruchtstück u. s. w.) mehr nach der Höhe als nach der Breite hin aufzubauen. Dies hat in folgendem seinen Grund: Will man farbige Aufnahmen einem grösseren Kreise von Zuschauern vorführen, so bietet die Projektion hierzu ein vorzügliches Mittel. Zwar kann man diese Aufnahmen nicht im gewöhnlichen Scioptikon verwenden, denn die Farben erscheinen nicht in der Durchsicht, sondern nur in der Aufsicht; doch lassen sich diese Bilder mit einem Scioptikon projizieren, welches Einrichtungen nach Art der Wunderkamera besitzt. Dergleichen Einrichtungen sind ohne erheblichen Kostenaufwand an jedem Scioptikon anzubringen: Die Anordnung ist so zu treffen, dass das volle Licht der Kondensoren auf das Farbenbild fällt und dass dies in möglichst spitzem Winkel reflektierte Licht von dem seitlich am Scioptikon angebrachten Objektiv aufgefangen und auf den Projektionsschirm weiter befördert wird. Durch die Beleuchtung unter mehr oder minder spitzem Winkel kann man immer nur eine schmale, senkrecht verlaufende Zone des Bildes auf dem Projektionsschirme scharf einstellen. Aus diesem Grunde ist es vorteilhaft, dem Bilde eine möglichst geringe Breitenausdehnung zu geben.

Für die Betrachtung des Bildes ohne Zuhilfenahme von Projektion oder in den vom Verfasser angegebenen Schaukästen (s. den Abschnitt: „Schaukästen“) ist es völlig gleichgültig, ob das Bild in der Höhe oder in der Breite grössere Ausmessungen besitzt.

Die aufzunehmenden Äpfel müssen natürlich in irgend einer Schale ruhen. Eigenartig in der Wirkung sind hier farblose Glasschalen. Bei denselben kommt die Abwesenheit von Farbe — die völlige Durchsichtigkeit — im Bilde vortrefflich zur Geltung. Wählt man statt des farblosen Glases ein gefärbtes, so kommen in erster Linie hellrote Gläser in Frage. Dunkelrote Rubingläser sind in der Regel photographisch ungemein unwirksam. Aufhellung des roten Glases bewirkt man dadurch, dass man weisse Flüssigkeit (Kalkwasser oder Milch) hineingiesst.

Passende Wahl des Hintergrundes ist von grösster Wichtigkeit. Nimmt man gelbe Äpfel vor hellem Hintergrunde auf, so leidet die Plastik schwerste Einbusse. Nach mannigfachen Fehlschlägen in Bezug auf Wahl des Hintergrundes benutzen wir jetzt einen Hintergrund, der photographisch völlig unwirksam ist. Schwarzes Papier und dergleichen sind unbrauchbar, da man hier stets mit Oberflächenreflexen zu kämpfen hat, welche sich im Bilde störend bemerkbar machen. Photographisch am unwirksamsten ist ein schwarzes Loch. Man kann ein solches dadurch herstellen, dass man eine tiefe Kiste mit schwarzem Stoff auskleidet. Die Kiste muss so tief sein, dass der Boden beschattet bleibt. Bequem zu handhaben ist eine solche Vorrichtung nicht, aber sie erfüllt ihren Zweck in vorzüglichster Weise.

Ebenso brauchbar ist dunkeler Sammet als Hintergrund; doch darf man nicht die billigen Baumwollensammete, sondern nur besten Seidensammet verwenden. Man wähle nicht reinschwarze Farbe, welche immer einen Stich ins Bläuliche zeigt. Tiefes Braunschwarz erweist sich am nützlichsten.

Die Aufnahme geschehe bei gutem Tageslicht, aber nicht in direktem Sonnenlicht. Photographiert man bei letzterem, so erhält man zu viel Oberflächenreflexe, welche dem Bilde einen Stich ins Gelbe geben. Dies ist nicht

etwa Eigenart der Lippmann-Photographie. Ein farbengeschultes Auge bemerkt ebenfalls das Überwiegen der gelben Farbe, wenn Sonnenreflexe auf der Oberfläche spielen. Überdies treten bei direktem Sonnenlicht zu grelle Schlagschatten auf.

Da man bei den langen Belichtungszeiten jede Abkürzung der Exposition sich gern zu nutze macht, so wird man nur ungern auf direktes Sonnenlicht verzichten. Wir schlugen daher mit bestem Erfolge folgenden Weg ein: Die aufzunehmenden Gegenstände wurden im Freien derart aufgestellt, dass Sonnenlicht sie direkt traf. Nun wurde zwischen Sonne und Gegenstand ein Schirm eingeschaltet, der aus doppelter Lage von feinstem weissen Mull bestand. Hierdurch wird das Licht in seiner Wirkung nur unbedeutend abgeschwächt. Die Aufnahme von Äpfeln gelingt in etwa fünf Minuten. Lichtschwächere Gegenstände erheischen 10 bis 15 Minuten Exposition. Das Licht des frühen Vormittags und späten Nachmittags, ebenso Sonnenlicht der Wintermonate, ist natürlich viel unwirksamer.

Arbeitet man im Schatten von Gebäuden oder bei bedecktem Himmel, so schwanken die Lichtverhältnisse ausserordentlich. Mit weissen Wolken bedeckter Himmel ist immer noch sehr wirksam; bei grauen Wolken steigert sich die Expositionszeit auf zwei bis drei Stunden.

Niemals verabsäume man, die Schattenseite der aufzunehmenden Gegenstände durch einen weissen Schirm aufzuhellen. Geschehen die Aufnahmen im Freien, so ist es überdies von Vorteil, das Oberlicht durch einen Schirm von weissem Mull zu dämpfen. Anderenfalls würde man Gefahr laufen, dass die dem Himmel zugekehrte Seite der Objekte überexponiert ist, bevor das übrige genügend Licht empfing. Reichliches Vorderlicht bleibt für richtige Farbwiedergabe vorteilhaft. Wir pflegen das Vorderlicht durch einen vor dem aufzunehmenden Gegenstande an-

gebrachten weissen Schirm zu verstärken. Die Stellung dieses Schirmes ist so zu wählen, dass er das von oben kommende Himmelslicht auf die Vorderseite des Gegenstandes reflektiert.

Dass man zur Aufnahme nur lichtstärkste Objektive verwendet, ist selbstverständlich. Ein Aplanat *f*/4 leistete dem Verfasser immer gute Dienste.

So lange es Farbenphotographie giebt — das ist beinahe ebenso lange, wie man überhaupt Lichtbilder fertigt — wurde darauf hingewiesen, dass man bei Mischfarbenanfnahmen die ultravioletten Strahlen durch Filter ausschliessen müsse, weil dieselben von der photographischen Platte verhältnismässig stark empfunden werden und leicht ein Verderben der Farben herbeiführen. Wir nahmen, sobald Mischfarbenaufnahmen misslungen waren — was nicht selten geschah — immer wieder zu den Filtern, welche die ultravioletten Strahlen abschneiden, unsere Zuflucht; doch sind wir auch heute noch nicht im klaren, ob ultraviolette Strahlen wirklich die Bösartigkeit besitzen, die man ihnen zuschreibt. Wir haben sehr schöne Mischfarbenaufnahmen mit ultravioletten Strahlen und sehr schlechte ohne dieselben gefertigt. Als Filter für ultraviolette Strahlen lässt sich verschiedenes verwerden: Am häufigsten empfohlen wird Lösung von schwefelsaurem Chinin in angesäuertem Wasser. Auch Äskulinlösung und Petroleum sind verwendbar. Diese Flüssigkeiten verwendet man in 1 cm dicker Schicht in Küvetten mit planparallelen Wänden (zu beziehen z. B. durch Klönne & Müller, Berlin NW., Luisenstr. 49). Die Küvetten sind unmittelbar vor der Platte anzubringen, da sie am Objektiv angebracht die Schärfe des Bildes in unangenehmster Weise beeinträchtigen.

Statt der Flüssigkeitsküvetten, mit denen es sich nicht sehr bequem arbeitet, benutzen wir vielfach trockene, hellgelbe Filter, welche allerdings neben dem ultravioletten

Licht auch violettes und einen Teil des blauen abschneiden. Am vortrefflichsten eignen sich hierfür Pikrinscheiben, die man folgendermassen herstellt: Eine auf möglichst dünnem, blasenfreiem Glase gegossene unbelichtete Bromsilber- oder Chlorsilber-Gelatineplatte wird ausfixiert und ausgewaschen. Sie muss nunmehr glasklar sein. Hierauf legt man sie für wenige Sekunden in gesättigte, wässerige Pikrinsäure-Lösung. Die Gelbfärbung der Gelatinehaut soll nur schwach sein. Ist sie zu kräftig, so kann man durch Auswaschen einen Theil des Farbstoffes entfernen. Derartige Scheiben beeinträchtigen, wenn sie recht dünn sind und man sie in die Blendenebene des Objektivs einsetzt, die Bildschärfe bei weitem nicht so, wie die dicken Flüssigkeitsküvetten; doch ist es das beste, wenn man auch sie unmittelbar vor der Platte anbringt.

Arbeitet man mit gedämpftem Sonnenlichte oder mit blauem Himmelslichte, so ist Abschneiden der reichlich vorhandenen ultravioletten Strahlen wohl von Wert. Bei trübem Wetter dagegen, wo die ultravioletten Strahlen schon in den Dunstschichten verschluckt werden, dürften Lichtfilter überflüssig sein.

Hat man sich auf die Aufnahme von Äpfeln eingearbeitet, so möge man einen Schritt weiter gehen und andere Farben hinzunehmen. Beispielsweise empfiehlt sich das Zulegen einer hellen und dunkelen Weintraube. Die helle wird immer, die dunkele nur selten befriedigend kommen. Hier beginnt bereits der Kampf der Farben und der Kampf zwischen Licht und Dunkelheit. Wir werden über diesen Kampf nie hinauskommen, so lange es Farbenphotographie giebt. Dem menschlichen Auge, welches in Bezug auf Licht- und Farbenempfindlichkeit viel höher steht als die empfindlichste Platte, sind derartige Kämpfe unbekannt — wenigstens merkt man nichts von ihnen. Die richtige Wiedergabe von Farben, welche auf die Platte verschieden wirken, bleibt immer ein Schwanken zwischen

Über- und Unterexposition. Ein schlauer Farbenphotograph geht grossen Gegensätzen aus dem Wege.

Bei dem Lippmann-Verfahren erleichtert man sich die Sache wesentlich, wenn man die zu verwendende Platte vorher mittels des Spektrographen auf ihre Farbwiedergabe prüft. Wenn man verschiedene Emulsionen nach genau gleichen Vorschriften und mit gleichen Farbzusätzen behandelt, so bleibt ihre Leistungsfähigkeit doch verschieden. Man darf nicht vergessen, dass schon ein verschwindendes Mehr von Farbe der einen Art die Plattenempfindlichkeit für gewisse Strahlen wesentlich beeinflusst. Nicht nur unkontrollierbare Abweichungen in den Farbmengen üben diese Wirkung aus; auch andere Zufälligkeiten spielen eine Rolle.

Es empfiehlt sich daher, mit Hilfe des Spektrographen die zu verwendende Plattensorte zu prüfen, ob sie die Farben des aufzunehmenden Gegenstandes genügend wiedergiebt. Ein durchaus verlässlicher Wegweiser ist dies zwar nicht, da die meisten Platten in Bezug auf Spektralfarben und Mischfarben sich ganz verschieden verhalten. Bei einiger Übung ist das Verfahren aber doch brauchbar. Wir fanden z. B., dass, wenn eine Platte Spektralblau schlecht wiedergiebt, sie für gewisses Mischgrün unbrauchbar ist. Spektralrot und leuchtendes Mischrot wirken etwa gleichartig, ebenso Spektralgelb und die hellen Schattierungen von Mischgelb.

Verfasser nahm Versuche vor, welche darauf abzielten, den Spektrographen durch eine künstliche Farbenskala zu ersetzen. Aus schmalen Streifen von Gläsern verschiedenster Färbung wurde durch Aufkitten auf durchsichtiger Glasplatte eine Tafel zusammengestellt, welche alle Farbabstufungen vom Rot bis zum Violett enthält. Diese Tafel wurde unmittelbar auf die zu belichtende und in der Quecksilberkassette befindliche Platte gelegt und das Ganze für wenige Sekunden den Sonnenstrahlen ausgesetzt.

Auffallenderweise erwies sich diese Vorrichtung als völlig unbrauchbar. Auch bei Benutzung von Platten, welche sonst die Mischfarben in vorzüglichster Weise wiedergaben, erhielten wir (selbst bei Ausschluss der ultravioletten Strahlen) niemals auch nur annähernd befriedigende Farbwiedergabe. Einen Grund dafür, weshalb diese Versuche missglückten, vermögen wir nicht anzugeben.

Durch einen Umstand wird die Lippmannsche Farbenphotographie ungemein erschwert: Bei Aufnahmen gewöhnlicher Art hat man bekanntlich in der Exposition weiten Spielraum. Ein geschickter Photograph vermag gleichwertige Negative zu entwickeln, gleichgültig, ob fünffache Unterexposition oder dreissigfache Überexposition vorliegt. Bei dem Farbenverfahren liegen die Verhältnisse ganz anders. Das Bild giebt nur dann die Farben richtig wieder, wenn die Belichtungszeit richtig getroffen wurde. Halbfache Über- oder Unterexposition genügen schon vollständig, die Platte zu verderben. Was es heisst, die Belichtungszeit richtig zu treffen, lernt man hier kennen. Arbeitet man mit direktem, gedämpftem Sonnenlicht und ist der Himmel wolkenlos, so kann man schon nach einer oder zwei Probeaufnahmen die richtige Belichtungszeit ermitteln. Überaus schwierig wird die Sache, wenn der Himmel teilweise oder ganz bewölkt ist. Hier schwindet jede Sicherheit im Exponieren. Man kann zufrieden sein, unter acht bis zehn Aufnahmen eine richtige Exposition zu treffen. Auch dem wechselnden Stande der Sonne ist — selbst bei wolkenlosem Himmel — grösste Aufmerksamkeit zu schenken. Im Hochsommer steigt die Kraft des Sonnenlichtes bis um etwa 11 Uhr vormittags stark an, hält sich bis gegen 1 Uhr auf gleicher Höhe und sinkt schnell mit sinkender Sonne.

Der Laie wird sagen: „So macht also eure Lippmann-Bilder nur bei wolkenlosem Himmel“. Wir würden einen solchen Rat gern befolgen, wenn er sich in unseren

Breiten befolgen liesse. Wie wenig wolkenlose Tage es bei uns im Jahre giebt, merkt man erst, wenn man sich mit dergleichen Arbeiten befasst. Im Sommer 1897 hatten wir in Berlin zwei wolkenlose Tage; im Herbst kamen dann noch einige derselben hinzu; doch liegen in der vorgerückten Jahreszeit die Lichtverhältnisse viel ungünstiger. Im Spätherbst und Winter ist die Sonne für diese Arbeiten überhaupt kaum noch zu brauchen. Selbst Spektralaufnahmen bedingen dann ungemein verlängerte Belichtungszeit; bei Tiefstand der Sonne hört jede richtige Abschätzung des Lichtes auf. In unseren Breiten gestalten sich in den Monaten des besten Lichtes die Verhältnisse der Regel nach folgendermassen: der Morgen ist prächtig, und man erhofft einen erfolgreichen Arbeitstag. Gegen 10 Uhr ballen sich einige weisse Haufenwolken auf. Dieselben nehmen schnell an Grösse und Häufigkeit zu. Um $10^1/_2$ Uhr verdecken sie die Sonne schon für längere Zeiträume. Von 11 bis 2 oder 3 Uhr blickt die Sonne nur spärlich durch Wolkenlücken zur Erde nieder; dann klärt es sich wieder auf; aber die schönste Arbeitszeit ist verstrichen. Während dieser Stunden öffnet man den Objektivdeckel — schliesst ihn wieder, wenn die Sonne verschwindet, öffnet wieder usw. — bis man jeden Überblick über die bereits stattgehabte Belichtung verloren hat.

Das sind die Freuden des Farbenphotographen!

Verfasser machte verschiedene Versuche, Anhaltspunkte für die richtige Belichtungszeit mit Expositionszeitmessern zu gewinnen. Befriedigend viel keiner derselben aus, das Expositionszeitmesser nur Anhaltspunkte für eine bestimmte Strahlengattung — in der Regel für die blauen — bieten, während man es bei der Farbenphotographie mit Platten zu thun hat, welche herabgesetzte Blauempfindlichkeit, dafür aber erhöhte Rot- und Gelbempfindlichkeit haben. Besonders störend ist bei Bemessung der Belichtungszeit der Umstand, dass die verschiedenen Farben

zu verschiedenen Zeiten fertig werden: Hellgelb und Hellrot sind immer zuerst fertig; sie solarisieren bereits, bevor Grün und andere Farben ausexponiert sind.

Der Anfänger in Lippmann-Photographie wendet seine Aufmerksamkeit mit Vorliebe den Blumen zu. Gerade hier liegen die Verhältnisse besonders ungünstig, nicht wegen der Farben, sondern wegen anderer störender Nebenumstände, die in folgendem begründet sind: Die Expositionszeit ist verhältnismässig lang. Von Augenblicksaufnahmen kann keine Rede sein. Geschieht die Aufnahme im Freien, so werden Blüten und Blätter ständig durch den Wind bewegt. Aber selbst wenn man die Wirkungen der bewegten Luft ausschliesst, verharren die Blumen keineswegs im Ruhezustande. Blüten und Blätter folgen dem Gange der Sonne. Selbst das Aufblühen von Knospen während der Exposition macht sich unangenehm bemerkbar. Frisch abgeschnittene Blumen senken sich in den ersten Stunden ununterbrochen. Dass überdies dunkelgrüne Blätter und helle Blüten in den Expositionszeiten schlecht zusammenstimmen, brauchen wir nicht besonders hervorzuheben.

Wer sich im Landschaftsfache versuchen will, achte darauf, dass sich ein Haus mit rotem Ziegeldach im Bilde befindet. Mögen dann alle übrigen Farben noch so schlecht sein, das rote Dach thut immer seine Schuldigkeit.

Verfasser benutzte bei seinen Studien und Plattenvergleichungen der Regel nach einen ausgestopften Papagei, der ein besonders schwieriges und wertvolles Probeobjekt darstellt: das dunkelgrüne Gefieder steht im grellen Gegensatze zur hellgelben Kopfkappe und zum hellgelben Hals. Ein dunkelroter Halskragen und rosarote Abtönungen auf dem Schnabel vervollständigen die Farbenskala in glücklichster Weise. Verfasser ruhte nicht eher, bis all diese Farben im Bilde tadellos wiedergegeben waren. Schliesslich gelang die Aufnahme nicht nur einmal, was man

als besonders glücklichen Zufall bezeichnen könnte, sondern es wurde eine ganze Reihe gleichwertiger Bilder hergestellt. Das ist alles, was man von einem Farbenverfahren verlangen kann.

Das strenge Festhalten an einem guten haltbaren Probeobjekte mag vielleicht etwas eintönig sein, hat aber neben anderen Vorzügen auch denjenigen, dass man stets das Original zum Vergleiche mit den Bildern zur Verfügung hat. Bei immer fortgesetzter Benutzung desselben Objektes (wir haben genannten Papagei wohl 300mal photographiert) gewinnt man grosse Sicherheit in Beurteilung der zu prüfenden Emulsion und entdeckt Fehler, die sonst verborgen bleiben.

Wenn die erzielten Farben unseren Wünschen nicht ganz entsprechen, so kann man versuchen, durch kleine Hilfsmittel die Resultate zu verbessern. Durch Verstärkung oder Abschwächung (wovon wir später sprechen wollen) ist überaus wenig zu erreichen. Ein eigentümliches Verfahren leistet jedoch mitunter wertvolle Dienste: Taucht man das fertige Bild für wenige Sekunden in eine Quecksilber-Sublimatlösung (1:1000), spült dann ab und lässt trocknen, so erfahren die Farben gewisse Veränderungen, welche sich nach der Länge der Einwirkung dieses Bades richten. Am besten lassen sich die Farbenveränderungen an Spektralaufnahmen studieren: Das Purpurrot geht in Ziegelrot über; Grün tritt leuchtender hervor; die blaue Zone zieht sich mehr zusammen und am Ende des Blau tritt leuchtendes Violett auf, selbst wenn früher keine Spur davon vorhanden war. Bei richtiger Badezeit kann man auf diesem Wege eine wesentliche Verbesserung von nicht ganz farbenrichtigen Spektren herbeiführen.

Bei Mischfarbenaufnahmen liegen die Verhältnisse verwickelter; besonders in folgendem Falle leistete uns das Quecksilberbad gute Dienste: Es kommt nicht selten

vor, dass ein Bild infolge von zu starkem Austrocknen der Bildschicht zu viel Grün enthält. Dieser Fall wird sich dann ereignen, wenn man die Platte zu einer Zeit exponierte, wo die Bildschicht verhältnismässig feucht war und man das Bild später bei sehr trockener Luft aufbewahrte. Durch Anhauchen der Bildschicht lässt sich der Fehler nur vorübergehend beseitigen. Hier stellt das Quecksilberbad die Farben für die Dauer richtig. Unwirksam ist das Verfahren, wenn das Überwiegen des Grün auf falscher Farbwiedergabe beruht. Die Probe auf das Exempel besteht darin, ob die Farben bei gelindem Anhauchen vorübergehend richtig werden.

Die Leuchtkraft der Farben wird bei Spektren und Mischfarbenaufnahmen bedeutend erhöht, wenn man die Platte auf der Rückseite mit schwarzem Lack überzieht. Anderenfalls stört die Reflexion der Lichtstrahlen auf der Rückseite der Glasplatte bedeutend, und zwar um so mehr, je dünner das Bild entwichelt ist. Erhöht man die Reflexion der Lichtstrahlen dadurch, dass man weisses Papier der Unterseite des Glases anlegt, so verschwinden die Farben beinahe völlig.

Zum Überziehen der Rückseite der Glasplatten verwenden wir Asphaltlack oder schwarzen Mattlack. Beides haftet gut am Glase. Zum Schutze der Lackschicht klebt man schwarzes Papier darüber.

Die Verstärkung.

Die Verstärkung der nach Lippmanns Verfahren gefertigten Farbenplatten vollzieht sich, mag es sich um Eiweiss- oder Gelatineplatten handeln, wie bei jeder anderen Trockenplatte. Vom Verfasser wurden alle möglichen Arten der Verstärkung durchprobiert: In erster Linie Ausbleichen mit Quecksilbersublimat und nachfolgen-

des Schwärzen mit schwefligsaurem Natron, Ammoniak, Eisenoxalatentwickler, Pyro-Ammoniakentwickler, Pyro-Ammoniumkarbonatentwickler, Amidol und Rodinal. Von allen diesen Methoden liefert in vereinzelten Fällen brauchbare Resultate nur das Schwärzen mit schwefligsaurem Natron. Man kann mit den übrigen Schwärzungsmethoden in der Durchsicht viel erheblichere Deckung erzielen. Die Farben gewinnen dadurch in der Aufsicht aber nicht im mindesten; im Gegentheil sind sie ausnahmslos schlechter wie vor der Verstärkung. Von allen überhaupt gebräuchlichen Verstärkungsmethoden blieb das Bleichen mit Quecksilbersublimat und Schwärzen mit schwefligsaurem Natron die einzige Methode, durch welche sich manchmal Besserung der Farben herbeiführen liess. Zuweilen war diese Besserung ganz auffallend. Freilich wurden mitunter die Farben auch verschlechtert. Man setze also bei mangelhaften Bildern seine Hoffnung nicht auf die nachfolgende Verstärkung. Mehr als anderwärts gilt der Satz, dass die besten (oder sagen wir lieber die einzig brauchbaren Platten) diejenigen sind, welche einer Verstärkung nicht bedürfen.

Auch wo die Verstärkung gelingt, d. h. wo durch dieselbe die Farben dem Original mehr entsprechend werden, bemerkten wir stets eine Abnahme in der Leuchtkraft. Letzteres hängt damit zusammen, dass durch die Verstärkung der Silberniederschlag dunkeler wird. Infolgedessen kann der Lichtstrahl schwerer in die Tiefe der Bildschicht eindringen, und es können nicht mehr so viele Zenkersche Blättchen am Zustandekommen der Interferenzfarben sich beteiligen. Die Verhältnisse liegen hier ebenso wie beim Hervorrufen der Platten mit einem Entwickler, welcher einen dunkelen Silberniederschlag ergiebt (z. B. Amidol).

Bei den Versuchen des Verfassers mit dem Uranverstärker verlief die Verstärkung ganz unregelmässig

Bei Gelatineplatten verschwinden die Farben vollständig. Mitunter hatte es bei Eiweissplatten den Anschein, als ob Komplementärfarben zum Vorschein kommen; doch darf man durch Zufälligkeiten sein Urteil nicht beeinflussen lassen. Mit dem Wort „Komplementärfarben“ ist von Urteilslosen in der Farbenphotographie viel Unfug getrieben. Man war mit Komplementärfarben sofort bei der Hand, wenn einige schwache Andeutungen auf solche hinwiesen, während sie einer strengen Kritik, welche den zufälligen Verfärbungen gebührend Rechnung trägt, nicht Stand halten.

Interessant verläuft bei den Lippmann-Bildern die physikalische Verstärkung. Das Rezept hierfür lautet: Destilliertes Wasser 100 ccm, Rhodanammonium 24 g, Silbernitrat 4 g, Natriumsulfit 24 g, Fixirnatron 5 g, Bromkalilösung (1 : 10) 6 Tropfen. Zum Gebrauche nimmt man von dieser Lösung, die haltbar ist, 6 ccm, giebt 54 ccm Wasser und 2 ccm Rodinal hinzu. Nach geschehener Verstärkung muss noch einmal ausfixiert und dann gut ausgewaschen werden. In einer solchen Mischung scheint die Verstärkung überhaupt keine Grenze zu finden; sie geht immer weiter, wenn man das Bild stundenlang in dem Bade belässt — aber die Farben werden immer schlechter. Auch ein bereits mit Quecksilber verstärkets Bild lässt sich nachträglich physikalisch verstärken.

Wir erzielten mit dem physikalischen Verstärker niemals eine allgemeine Besserung der Farben. Einzelne Farben wurden wohl verbessert, aber auf Kosten anderer.

Die Abschwächung.

Die Abschwächung mit dem gewöhnlichen Blutlaugensalz-Fixiernatron-Abschwächer verläuft bei den für das Lippmannsche Verfahren geeigneten Platten so blitzartig schnell, dass man diesen Abschwächer, um die Kontrolle

zu behalten, ausserordentlich verdünnen muss. Folgende Mischung erwies sich als brauchbar: Lösung 1: Fixiernatron 10 g, Wasser 50 ccm; Lösung 2: Rotes Blutlaugensalz 2 g, Wasser 10 ccm. Zum Gebrauch mischt man 10 ccm Lösung 1, einige Tropfen Lösung 2 und 150 ccm Wasser.

Verbesserung des Bildes führten wir durch diesen Abschwächer niemals herbei; dagegen haben wir eine der prächtigsten Mischfarbenaufnahmen mit demselben vollständig verdorben. Durch die Abschwächung werden alle möglichen, unberechenbaren Farbenveränderungen herbeigeführt; schon nach kurzem Baden im Abschwächer hört mitunter jede Farbenwirkung auf, selbst wenn die Bildschicht in der Durchsicht sich noch kaum nennenswert verändert zeigt. Wir wiesen aber bereits darauf hin (s. S. 15), dass dieser (Farmersche) Abschwächer vielleicht dazu berufen ist, die Eiweissplatten für Mischfarbenaufnahmen brauchbar zu machen.

Tonen mit Gold.

Tonen mit Gold versuchten wir bei Eiweissplatten. Das fertig entwickelte, fixierte und ausgewaschene Spektrum wurde in ein Rhodangoldbad gelegt. Die Überführung des Silberbildes in ein Goldbild vollzieht sich sehr allmählich. Dabei geht die gelbliche Farbe des Silberniederschlages ins Bläuliche über. Die in der Aufsicht sichtbaren Farben erleiden, was aber natürlich nur nach dem Trocknen erkennbar wird, durch das Goldtonbad keine charakteristischen Veränderungen; nur werden alle Farben dunkeler und weniger leuchtend, was mit der nunmehr dunkeleren Färbung des Niederschlages zusammenhängt. Längere Zeit im Goldbade behandelte Bilder lassen sich durch Quecksilbersublimat nicht mehr ausbleichen.

Ausbleichen der Bilder und Komplementärfarben.

Legt man ein fertiges Farbenbild in eine Lösung von Quecksilbersublimat (2 : 100), wie dieselbe zum Verstärken gebräuchlich ist, so wird die Bildschicht durchsichtig wie Glas. Trocknet man nunmehr nach kurzem Auswaschen, so sind immer noch gute, wenn auch im Tone etwas veränderte Farben in der Aufsicht erkennbar, obgleich man von dem Silberniederschlage nichts mehr wahrnimmt. Betrachtet man eine solche Platte in der Durchsicht — am besten gegen eine weisse Unterlage —, so erscheinen deutlich die Komplementärfarben. Lippmann hat, gestützt auf theoretische Erwägungen, von Anfang an behauptet, dass in der Durchsicht Komplementärfarben vorhanden sind. Leider konnte man dieselben nicht sehen, da sie — immer nur schwach angedeutet — von der gelben und gelbbraunen Eigenfarbe des Silberniederschlages völlig übertönt werden. Einzelne Forscher glaubten thatsächlich die Komplementärfarben gesehen zu haben. Es handelt sich aber in diesen Fällen zweifellos um zufällige Abweichungen in der Eigenfarbe des Silberniederschlages. Häufig spielt diese Farbe stellenweis stark ins Grün, und da kann es sich ereignen, dass man Grün in der Durchsicht hat, wo in der Aufsicht Rot erscheint, und dass man auf derselben Platte in der Durchsicht Gelb hat, wo die Aufsicht Blau zeigt. Verfasser beobachtete dies bei seinen Aufnahmen zu wiederholtenmalen. Doch sind dies, wie gesagt, nur Zufälligkeiten; es fehlt jede Gesetzmässigkeit. Bei den ausgebleichten Bildern (am deutlichsten treten die Verhältnisse bei Spektren zu Tage) schwindet jeder Zweifel, dass es sich beim Betrachten in der Durchsicht thatsächlich um Komplementärfarben handelt. Diese Erscheinung bildet eine kräftige Stütze für die Richtigkeit der Zenkerschen Theorie.

Das Ausbleichen der Bilder kann statt mit Sublimat auch mit Bromkupfer geschehen (Bromkali 1 g, Kupfer-

vitriol 1 g, Wasser 100 ccm). Nicht ohne Einfluss auf das Endresultat (d. h. völliges Verschwinden des sichtbaren Silberniederschlages und reinste Komplementärfarben) ist der Entwickler, mit dem man die Platten hervorruft. Bei Platten, die mit Pyro-Ammoniak entwickelt wurden, bleibt in der Regel schwach gelbliche Verfärbung der Bildschicht zurück. Am vollkommensten gelingt das Ausbleichen derjenigen Platten, die mit Eisenoxalat entwickelt und nachher mit Bromkupfer behandelt sind.

Talbotsche Interferenzstreifen.

Es ist bekannt, dass, wenn Strahlen weissen Lichtes mit genügend grossen Gangunterschieden zur Interferenz gelangen und das dabei entstandene Licht in ein Spektrum ausgebreitet wird, dunkele Streifen (Talbotsche Interferenzstreifen) im Spektrum auftreten. Solche Interferenzstreifen lassen sich mit den verschiedensten Hilfsmitteln erzeugen; Talbot rief sie dadurch hervor, dass er durch ein Prisma nach einer feinen Lichtlinie hinschaute, während er ein feines Glimmerblättchen so von der violetten Seite her vor das Auge schob, dass es die eine Hälfte der Pupille verdeckte. Hierbei kommt das Lichtbündel, welches durch das Glimmerblättchen verzögert wurde, mit demjenigen zur Interferenz, welches neben dem Glimmerblättchen vorbei in das Auge eindrang. Bei den nach Lippmanns Verfahren hergestellten Spektralaufnahmen lassen sich diese Dinge ungemein leicht veranschaulichen da man hier die interferierenden Lichtbündel nicht gleichzeitig, sondern nacheinander zur Wirkung zu bringen braucht. Unseres Wissens stellte auf Anregung von Dr. Zenker zuerst Valenta vor etwa drei Jahren dergleichen Aufnahmen her. Verfasser fertigte im letzten Sommer eine grosse Anzahl derselben, welche die Interferenzstreifen in ausgeprägtester Weise

zeigen. Man verfährt dabei folgendermassen: Zuerst belichtet man ein Spektrum in normaler Weise. Nunmehr kehrt man (vor dem Entwickeln) die Kassette um, so dass Rot jetzt dorthin fällt, wo früher Violett war. Gleichzeitig schiebt man die Kassette ein wenig zur Seite, so dass sich die beiden Spektren nicht in ihrer ganzen Breite decken (Fig. 1). Das zweite Spektrum wird genau ebenso lange, wie das erste belichtet. Nach dem Trocknen der entwickelten Platte nimmt man auf der Rückseite eine Reihe paralleler, dunkeler Streifen (*a* in Fig. 1) dort wahr, wo die beiden Spektren übereinandergreifen. Am ausgeprägtesten erscheinen diese Streifen in der Mitte der Spektren. Trifft man die Anordnung derart, dass das zweite Spektrum das erste rechtwinkelig kreuzt, so erscheinen die dunkelen Streifen, diagonal verlaufend, an der Kreuzungsstelle der beiden Spektren (*a* in Fig. 2). Verfasser bleichte nach oben beschriebener Methode derartige Platten aus: dabei rückten die Interferenzstreifen weiter auseinander und wurden auch auf der Vorderseite schwach sichtbar.

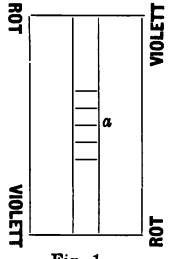


Fig. 1.

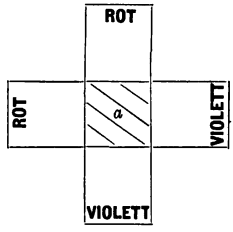


Fig. 2.

Bei Versuchen dieser Art sollte man keine Gelatineplatten, sondern nur Eiweissplatten verwenden, da letztere viel gleichmässigere Schicht besitzen. Bei Gelatineplatten treten häufig auf der Rückseite unregelmässig verlaufende Streifen auf, welche mit den Interferenzstreifen grosse Ähnlichkeit besitzen und von denselben zuweilen recht schwierig zu unterscheiden sind.

Bei dem Versuche, welcher in Fig. 1 dargestellt ist, bleibt noch eine andere Erscheinung in hohem Grade bemerkenswert: Auf den Abschnitt der Platte, auf welchen

bei der ersten Belichtung (kurzwellige) blaue und violette Strahlen gewirkt hatten, fallen bei der zweiten Belichtung (langwellige) rote und gelbe Strahlen. Welche Strahlengattung wird nun in dem Endresultat die Oberhand gewinnen? Wie der Versuch lehrt, thun dies die langwelligen Strahlen. An beiden Enden des Doppelspektrums tritt nur Rot und Gelb in die Erscheinung; Blau und Violett sind vollständig vernichtet. Hierbei ist es gleichgültig, ob kurzwellige Strahlen vor den langwelligen — oder umgekehrt — wirkten.

In Bezug auf den in Fig. 2 dargestellten Versuch mit gekreuzten Spektren nahm Verfasser noch eine Abänderung der Versuchsanordnung vor: Die beiden Belichtungen wurden nicht unmittelbar nacheinander ausgeführt; vielmehr geschah die zweite Belichtung erst nach dem Entwickeln und Fixieren des zuerst belichteten Spektrums. Es galt festzustellen, ob die Lichtstrahlen im stande sind, das bereits durch das Licht veränderte und mit dem Entwickler behandelte Bromsilber noch einmal dergestalt zu verändern, dass infolge Umlagerung der Moleküle auch jetzt die Talbotschen Interferenzstreifen auftreten.

Zu dem Versuche wurde eine Platte benutzt, auf welcher unmittelbar nebeneinander drei Spektren schon vor mehreren Wochen belichtet, entwickelt und fixiert waren. Durch Baden in Bromkupferlösung wurde die Platte gebleicht, das durch den Entwickler reduzierte Silber also wieder in Bromsilber übergeführt. Nach dem Trocknen im Dunkeln wurde die Platte abermals in die Quecksilberkassette eingelegt und nun im Specktrographen dergestalt belichtet, dass das neue Spektrum die drei bereits vorhandenen kreuzte. Beim Entwickeln erschien nur das zuletzt belichtete (kreuzende) Spektrum. Das ist selbstverständlich; denn nur belichtetes Bromsilber ist entwicklungsfähig. Nunmehr wurde die Platte gut

abgespült, aber nicht fixiert, und für einige Sekunden dem direkten Sonnenlichte ausgesetzt. Nachdem die Platte abermals in den Hervorrufer gelegt war, entwickelten sich auch wieder die drei ursprünglichen Spektren. Durch die Belichtung des kreuzenden Spektrums war das Bromsilber an den vom Lichte getroffenen Stellen umgelagert. Das Endresultat war daher: Die drei ursprünglichen Spektren gekreuzt von dem nachträglich belichteten Spektrum; auf der Rückseite Talbotsche Interferenzstreifen, alles genau wie bei denjenigen Platten, wo die Belichtung der sich kreuzenden Spektren in unmittelbarer Folge ausgeführt war. Bemerkenswert bleibt bei diesem Versuche, dass sich durch die zweite Belichtung in der Region einer früher vorhandenen Farbe (Blau) neue Farbe (Rot und Grün) bilden konnte. Man muss hierbei im Auge behalten, dass bei der zweiten Belichtung eine gleichmässige Bromsilberschicht überhaupt nicht mehr vorhanden war: das zwischen den durch die erste Belichtung entstandenen Lamellen vorhandene unbelichtete Bromsilber war ausfixiert.

Schaukästen.

Wer mit grossem Aufwande von Zeit, Mühe und Geld Lippmannsche Farbenbilder hergestellt hat, will dieselben natürlich möglichst gut verwahren. Nun ist aber die Bildschicht ungemein empfindlich. Fasst man mit den Fingern auf dieselbe, so giebt es Flecke, welche sich nicht wieder entfernen lassen. Ein anderer Grund des Verderbens ist das Bespritzen der Bildschicht mit Speichel, was mit Sicherheit eintritt, wenn man einem Anderen die Platte zum Betrachten und zur Meinungsäusserung in die Hand giebt. Allerdings lassen sich die Speichelflecke durch Auswaschen wieder beseitigen; doch macht das viel Arbeit und Verdruss.

Um diesen Übelständen vorzubeugen, insbesondere um dem Beschauer das Bild niemals direkt in die Hand zu geben, konstruierte Verfasser schon vor vier Jahren Schaukästen: Ein mit grosser Sammellinse ausgestatteter Holzkasten, wie er zum Betrachten gewöhnlicher Photographien Verwendung findet, erhält einen mit Kugelgelenk versehenen Bildträger, auf welchem sich die Farbenbilder festklemmen lassen. Stellt man diesen Schaukasten in der Nähe des Fensters oder einer mit weisser Glocke versehenen Lampe auf, lässt den Beschauer durch die Sammellinse blicken und dreht den Bildträger, bis der richtige Einfallswinkel der Strahlen erreicht ist, so sind die Bilder vor Beschädigung gesichert.

Ein Nachteil derartiger Schaukästen ist, dass man beim Vorzeigen mehrerer Aufnahmen letztere auf dem Bildträger auszuwechseln hat, was die Platten gefährdet. Neuerdings konstruierte Verfasser daher Schaukästen, welche den Bildern weitgehendsten Schutz bieten und leichter zu handhaben sind wie die schwerfälligen und teueren Schaukästen mit der Sammellinse. Die neuen Schaukästen bestehen aus einem hölzernen Grundbrett (*a* in Fig. 3), über welchem dachförmig zwei durchsichtige Spiegelglasscheiben (*b* und *c*) angebracht sind. Die Scheibe *b*, welche bei Betrachtung der im Kasten liegenden Bilder dem Fenster oder der Lampe zuzukehren ist, hat etwas grössere Breite als die Scheibe *c*, durch welche die Beobachtung stattfindet. *d* ist ein gleichzeitig als Handgriff dienender Fuss, welcher dem Schaukasten, wenn derselbe auf dem Tische (*e e*) steht, die für die Betrachtung der Bilder günstigste Lage giebt. Für die gewöhnliche Beobachtung bedeckt man die Scheibe *b* mit einer durch zwei Gummischnüre festgehaltenen matten Scheibe. Letztere muss sich leicht abnehmen lassen, damit man auch

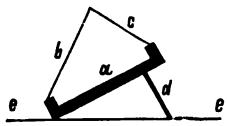


Fig. 3.

im stande ist, die Bilder gegen das freie Himmelslicht zu betrachten; durch die Mattscheibe, welche allerfeinstes Korn besitzen muss, büssen die Farben von ihrem Glanze ein. Konstruiert man die Kästen zu klein, so dass sich also die Mattscheibe zu nahe der Bildschicht befindet, so liegen die Lichtverhältnisse ungünstiger als bei grossen Kästen. Folgende Ausmessung der Kästen erwies sich als praktisch: Breite des Grundbrettes (*a*) 15 cm; Breite der Scheibe *b* 11 cm; Breite der Scheibe *c* 10 cm; Länge des Kastens 20 cm. In diesen allseitig staubdicht verschlossenen Kästen sind die Bilder vor jeder Beschädigung geschützt. Die Farben treten am leuchtendsten hervor, wenn man den Schaukasten wenigstens 3 bis 4 m vom Fenster entfernt aufstellt, weil dann die Strahlen mehr parallel sind.

Derartige Schaukästen wären überflüssig, wenn es in allen Fällen gelänge, die Bildschicht durch Lackieren oder durch Aufkitten eines Deckglases zu schützen. Leider machten wir in letzterer Beziehung trübe Erfahrungen. In einzelnen Fällen schwindet sofort jede Farbenwirkung, wenn man Lack, Kanadabalsam u. s. w. auf die Bildschicht bringt. In anderen Fällen wird der Glanz der Farben nur herabgesetzt.

Ganz verkehrt ist es, auf dem Bilde ein Deckglas mit Papierstreifen festzukleben, in derselben Weise, wie man die Bildschicht der Diapositive durch Deckglas schützt. Die an den Begrenzungsflächen des Deckglases auftretenden Reflexe beeinträchtigen den Glanz der Farben aufs schwerste. Derartig hergerichtete Bilder sehen immer flau und kraftlos aus. Bei dem zuletzt beschriebenen Schaukasten werden die Reflexe durch die Winkelstellung der schützenden Gläser unschädlich gemacht.

Dünne Zenkersche Blättchen.

Es erübrigt, der Frage näher zu treten, ob bei den Lippmannschen Farbenbildern thatsächlich die dünnen Zenkerschen Blättchen vorhanden sind, auf welchen der Theorie nach die Entstehung der (Interferenz-) Farben beruht. Bekanntlich ist die Theorie der dünnen Blättchen von Zenker schon vor 30 Jahren in seinem vortrefflichen „Lehrbuche der Photochromie“ (Berlin 1868, S. 77) entwickelt. Nach Zenker sind die dünnen Blättchen durch stehende Lichtwellen hervorgerufen; sie haben also einen gegenseitigen Abstand gleich der halben Wellenlänge desjenigen Lichtes, welches ihre Entstehung verursachte.

Dass stehende Lichtwellen thatsächlich erzeugt werden, sobald bei Reflexion an einer glänzenden Fläche der einfallende Strahl mit dem reflektierten interferiert, bewies O. Wiener in einer vortrefflichen Arbeit.[1]) Mit Hilfe überaus sinnreicher Methoden photographierte er stehende Lichtwellen und erhob damit ihre Existenz über jeden Zweifel. Dass aber in farbigen Aufnahmen die Farben thatsächlich (wie Zenker behauptete) durch stehende Lichtwellen erzeugt werden, und nicht vielleicht irgendwelchen anderen Ursachen ihr Dasein verdanken, hat Wiener nicht nachgewiesen. Um einen solchen Nachweis zu führen, hätte er die dünnen Blättchen in den farbigen Bildern direkt zur Anschauung bringen müssen. Dies ist nur an Querschnitten durch farbige Aufnahmen möglich.

Ob genanntem Forscher damals (1889) ein solcher Nachweis überhaupt möglich gewesen wäre, erscheint sehr fraglich. Die Untersuchungen hätten sich auf Bilder nach den alten Verfahren von Seebeck, Becquerel, Poi-

1) Annalen der Physik und Chemie. Neue Folge, Bd. XL, 1890.

tevin u. a. beschränken müssen; denn erst 1891 veröffentlichte G. Lippmann sein Verfahren und gab uns damit ein für dergleichen Untersuchungen weit geeigneteres Material in die Hand.

In der Folgezeit wurde kein Versuch unternommen, die Wienerschen Untersuchungen in dem angedeuteten Sinne fortzuführen und damit dem Streite über die Richtigkeit der Zenkerschen Theorie ein Ende zu bereiten. Vereinzelt herrschte wohl die Meinung, dass sich mit unseren gegenwärtigen optischen Hilfsmitteln der direkte Beweis von dem Vorhandensein der dünnen Blättchen überhaupt nicht erbringen lasse, weil diese hypothetischen, überaus zarten Gebilde wahrscheinlich unterhalb der Grenze des Erkennungsvermögens liegen. Das Irrige letzterer Ansicht erwies Verfasser[1]) im Jahre 1894: Die halbe Wellenlänge des Spektralrot beträgt 0,00038 mm; diesen gegenseitigen Abstand würden also die dünnen Blättchen haben, welche unter dem Einflusse roten Lichtes gebildet sind. Nun beträgt aber z. B. der Abstand der Querstreifen von Amphipleura pellucida nur 0,00022 bis 0,00025 mm. Das Streifensystem in dem Querschnitt eines Lippmannschen Farbenbildes muss sich daher leichter lösen lassen als Amphipleura pellucida.

An die Ausführung der Sache konnte Verfasser erst im Sommer 1897 gehen: Eine Glasplatte wurde mit Kollodium und nach dem Erstarren des letzteren mit Silbereiweiss überzogen, in derselben Weise, wie dies in dem Abschnitte über Eiweissplatten (S. 2—16) dargestellt ist. Die Belichtung in der Quecksilberkassette geschah mit Hilfe des Spektrographen, die Hervorrufung mit Pyrogallus-Ammoniumcarbonat. Die ausfixierte und getrocknete Bildschicht, welche prächtige Spektralfarben zeigte, liess sich

1) Photogr. Rundschau 1894. Heft 12, S. 360. — Eders Jahrbuch für Photographie und Reproduktionstechnik für 1895, S. 188.

leicht vom Glase abziehen. Nunmehr kam es darauf an, möglichst feine Querschnitte in der rothe Zone der Bildschicht, wo die Verhältnisse zum Erkennen der dünnen Lamellen am günstigsten liegen, herzustellen. Da die Ausführung dieser Schnitte nicht nur feinste Mikrotome, sondern auch eine durch langjährige Übung geschulte Hand erfordert, so bat Verfasser Herrn Dr. Flatau, Assistent am ersten anatomischen Institut zu Berlin, diese Arbeit zu übernehmen. Genannter Herr erklärte sich hierzu in liebenswürdigster Weise bereit und fertigte gegen 100 der vorzüglichsten Schnitte. Zum Zwecke der Schnittführung wurden Stücke des Kollodium-Albuminhäutchens zum Teil in Celloidin, zum Teil in Paraffin gebettet. Die Paraffinbettung ermöglichte sehr viel feinere Schnittführung.

Handelt es sich um Auflösung von Amphipleura pellucida, so spielt der Brechungsexponent des einbettenden Mediums eine hervorragende Rolle. Am besten arbeitet es sich mit Präparaten, welche in Realgar (Brechungsexponent 2,4) eingebettet sind. Es war daher zu erwägen, ob man für die Einbettung der Schnitte ebenfalls ein Medium von so hohem Brechungsexponenten verwenden sollte. Die Verhältnisse liegen aber bei Schnitten dieser Art ganz anders als bei Diatomeen. Bei letzteren beruht die Bilderzeugung auf dem Unterschiede zwischen dem Brechungsexponenten der Diatomee und demjenigen des einbettenden Mediums; bei unseren Schnitten spielt die Färbung eine wesentliche Rolle. Überdies sind die feinen (Silber-) Lamellen bereits in dem Eiweiss der Bildschicht eingebettet. Der Brechungsexponent der Substanz, in dem das Eiweisshäutchen mit den Lamellen schwimmt, kann daher die Auflösungsfähigkeit nicht beeinflussen. Die aus metallischem Silber bestehenden feinen Lamellen haben gegenüber dem einbettenden Eiweiss sehr hohen Brechungsexponenten; die Verhältnisse liegen also für die Auflösung besonders günstig.

Auf Grund dieser Erwägungen wurde für die Schnitte ein einbettendes Medium gewählt, welches demjenigen des Objektträgers und Deckglases möglichst nahe steht, also Kanadabalsam. Einzelne Versuche wurden auch mit Glycerinbettung unternommen; es war nämlich vorauszusehen, dass Glycerin durch Aufquellung des Eiweiss die Lamellen weiter auseinander schieben und daher für die Auflösung besonders günstige Vorbedingungen schaffen würde.

Für die Auflösung von Streifensystemen ist es von Wichtigkeit, ungefähr zu wissen, in welchem gegenseitigen Abstande sich die dünnen Blättchen befinden. Die Schnitte waren in der roten bis rotgelben Spektralzone ausgeführt, wo in Luft gemessen die halben Wellenlängen zwischen 0,00033 und 0,00038 mm schwanken. Nun ist aber die Länge der Lichtwellen umgekehrt proportional dem Brechungsexponenten des Mediums, in dem sich das Licht bewegt. Da der Brechungsexponent des lufttrockenen Bromsilbereiweiss für rotes Licht annährend 1,5 beträgt, so würde der Lamellenabstand der Bildschicht bei unseren Schnitten zwischen 0,00022 und 0,00025 liegen. Es ist aber auch die Aufquellung des Präparates durch das einbettende Medium zu berücksichtigen. Um den Grad der Aufquellung zu ermitteln, verglich Verfasser Schnitte, die in Paraffinbettung verblieben waren mit Schnitten, die in Kanadabalsam und in Glycerin lagen. Ob durch Kanadabalsam überhaupt Aufquellung herbeigeführt wird, liess sich mit Sicherheit nicht nachweisen; jedenfalls bleibt dieselbe innerhalb engster Grenzen. Bei Glycerin beträgt die Aufquellung mindestens 30 Prozent. Bei den Glycerinpräparaten heben sich also Verminderung des Lamellenabstandes infolge des höheren Brechungsexponenten des Eiweiss und Erhöhung des Lamellenabstandes infolge von Aufquellen gegenseitig auf; wir

werden hier also den Abstand der Lamellen auf 0,00033 bis 0,00038 mm zu schätzen haben.

Nunmehr galt es, die für die Auflösung günstigsten Bedingungen der Beleuchtung ausfindig zu machen. Bekanntlich ergiebt sich der kleinste, durch ein bestimmtes Objektiv zu lösende Streifenabstand (e) für centrale Beleuchtung als Quotient der Wellenlänge (λ) durch die num. Apertur (a), für möglichst schiefe Beleuchtung dagegen als Quotient der halben Wellenlänge durch die Apertur. Bei möglichst schiefer Beleuchtung liegen also die Verhältnisse für die Auflösung am günstigsten.

Unter Annahme eines Streifenabstandes von 0,00038 mm müsste sich also bei möglichst schiefer Beleuchtung und Benutzung des weissen Tageslichtes ($\lambda = 0{,}00055$ mm) das Streifensystem auflösen lassen, wenn ein Objektiv mit 0,72 num. Apertur verwendet wird; denn:

$$e = \frac{\lambda}{2a}$$

$$0{,}00038 = \frac{0{,}00055}{2a}$$

$$a = \frac{0{,}00055}{2 \cdot 0{,}00038} = 0{,}72.$$

Die Auflösung muss sich also schon mit jedem guten, starken Trockensystem bewerkstelligen lassen. Eine Immersion mit einer grösseren Apertur als 1 würde erst nötig werden, wenn der Abstand der Streifen unter 0,00028 mm herabsinkt.

Praktische Versuche ergaben aber, dass mit möglichst schiefer Beleuchtung bei unseren Schnittpräparaten überhaupt nichts anzufangen und eine Auflösung der Streifensysteme nicht herbeizuführen ist. Das hat seinen Grund in der Dicke der Schnitte. Ein Vergleich dieser Schnitte in Bezug auf ihre Dicke mit Amphipleura pellucida ist völlig unmöglich. Eine Zartheit, wie sie die Natur

schuf, lässt sich mit den besten Mikrotomen und mit der geschicktesten Hand nicht erreichen. Unsere dünnsten Paraffinschnitte hatten immer noch eine Dicke von 0,002 mm. An einzelnen Stellen, wo das Messer abgeglitten war, vermindert sich der Dickendurchmesser allerdings erheblich. Hier war aber in der Regel die Struktur der Schnitte durch Zerreissen vernichtet. Bei Anwendung schiefer Beleuchtung liess sich in den Schnitten weiter nichts wahrnehmen als ein wirres Durcheinander von Schatten tiefer gelegener Präparatteile, von Diffraktionssäumen und verschwommenen Umrissen der Silberkörnchen.

Die Benutzung von möglichst schiefer Beleuchtung verbot sich überdies schon deshalb, weil hierbei Diffraktionssäume, welche jede Art von Streifung vortäuschen können, unvermeidlich sind. Jedem, der sich mit Auflösung feinster Streifensysteme (Amphipleura pellucida) beschäftigt hat, weiss, wie sehr man vor Diffraktionssäumen auf der Hut sein muss. Sollte daher die auf den Nachweis der dünnen Zenkerschen Blättchen verwendete Mühe nicht vergeblich sein, so mussten Diffraktionssäume mit einwandsfreier Sicherheit ausgeschlossen werden. Dies konnte nur durch Anwendung möglichst breiter Lichtkegel und centraler Beleuchtung geschehen.

Wie gestalten sich nun die Verhältnisse bei Benutzung von centraler Beleuchtung? Hier gilt die Formel:

$$e = \frac{\lambda}{a}$$

$$0{,}00038 = \frac{0{,}00055}{a}$$

$$a = \frac{0{,}00055}{0{,}00038} = 1{,}45.$$

Um ein Präparat mit Streifenabstand von 0,00038 mm zu lösen, wäre bei centraler Beleuchtung und Anwendung von weissem Licht ($\lambda = 0{,}00055$ mm) also ein System

von 1,45 num. Apertur nötig. Nun fertigt Zeiss allerdings Monobromnaphthalin-Immersionen mit 1,60 num. Apertur, doch kommen dieselben bei vorliegenden Untersuchungen nicht in Frage, weil auch das einbettende Medium einen Brechungsexponenten von mindestens 1,60 haben muss. Da die gewöhnlichen, apochromatischen Öl-Immersionen nur 1,40 num. Apertur haben, so wäre mit denselben also die Auflösung der in Frage stehenden Streifensysteme bei centraler Beleuchtung und weissem Licht überhaupt nicht möglich. Um dennoch zum Ziele zu gelangen, muss man für die Beleuchtung blaues Licht verwenden. Schon bei Benutzung von Wellenlänge 0,00045 mm gelingt rechnungsmässig die Auflösung mit einem System von 1,18 num. Apertur.

Verfasser benutzte also Sonnenlicht unter Zwischenschaltung einer Absorptionsküvette mit dunkelblauer Kupferoxydammoniaklösung und konnte bei centralem Lichteinfall nunmehr die dünnen Zenkerschen Blättchen zur Anschauung bringen.

Noch weit überzeugender, als bei Okularbeobachtung gestalteten sich die Verhältnisse bei mikrophotographischen Aufnahmen. Die verhältnismässig dicken, gelbbraunen Präparate, welche von dem blauen Licht ausserordentlich viel verschlucken, stellen sich dem Auge als zu dunkel dar. An besonders günstigen Stellen ist zwar die Streifung zweifellos zu erkennen. In der mikrophotographischen Aufnahme, wo die Addition der Lichteindrücke eine Rolle spielt, ist die Lamellenstruktur aber viel schöner sichtbar.

Die bei direkter viertausendfacher Linearvergrösserung erzielten Mikrophotogramme gestatten, eine Messung der Streifenabstände direkt am Negativ vorzunehmen. Die Abstände stimmen im Glycerinpräparat genau mit den errechneten Abständen überein. Damit war der einwandsfreie Beweis geliefert, dass die Zenkersche Theorie,

betreffend das Zustandekommen der Farben bei farbigen Aufnahmen, richtig ist.

Einige Versuche lehrten, dass auch bei Benutzung von Licht grösserer Wellenlänge als $\lambda = 0{,}00045$ mm trotz centralen Lichteinfalls die Auflösung der Streifensysteme herbeizuführen ist. Hier machte sich jedoch die Unvollkommenheit der bisher benutzten Ölimmersion (alter Apochromat von 1,35 num. Apertur) störend bemerkbar. Immer wenn der Beleuchtungskegel hinreichend breit war, wurde das Bild unklar. Die Möglichkeit mit breitesten Beleuchtungskegeln zu arbeiten, ist abhängig von der bestmöglichen sphärischen und chromatischen Korrektion des Objektivs. Auf unsere Bitte hatte daher die Firma Zeiss die Liebenswürdigkeit, für die Fortsetzung dieser Untersuchungen einen ihrer ausgezeichnetsten Apochromaten (1,40 num. Apertur) zur Verfügung zu stellen. Die hiermit erzielten Ergebnisse wollen wir im Folgenden kurz erläutern.

Es ergab sich, dass die Streifensysteme selbst mit weissem Lichte sich auflösen lassen, auch wenn der Abstand der Streifen (wie bei den in Kanadabalsam gebetteten Präparaten) nur zwischen 0,00022 bis 0,00025 liegt. Wie lässt sich dies erklären? Ist vielleicht die oben angeführte Formel: $e = \frac{\lambda}{a}$ nicht richtig? Man kann, ohne die Richtigkeit dieser Formel anzugreifen, eine befriedigende Antwort erteilen: Mit dem Zeissschen Objektiv war Verfasser im Stande, Aperturen von 1,30 voll auszunutzen.[1]) Erst wenn die Breite des Beleuchtungskegels noch mehr gesteigert wurde (bis zur Benutzung von Apertur 1,40), wurde das Bild verwaschen. Nun kann

1) Um eine höhere Apertur als 1,0 überhaupt wirksam werden zu lassen, muss natürlich Frontlinse des Kondensors und Unterseite des Objektträgers durch Öl verbunden werden.

man, wenn man mit so ungeheuer breiten Beleuchtungskegeln arbeitet, nicht sagen, dass man centrales Licht verwendet; denn neben den centralen Lichtbündeln kommen gleichzeitig sehr schiefe zur Wirksamkeit. Diese schiefen Bündel ohne die centralen anzuwenden, ist, wie wir oben sahen, unstatthaft. Auch bei centralem Lichteinfall tritt hier also die Formel $e = \frac{\lambda}{2a}$ in ihre Rechte.

Nicht so vorzüglich korrigierte Objektive, wie das in Rede stehende von Zeiss, liefern bei breitesten Beleuchtungskegeln überhaupt keine scharfen Bilder mehr, machen also Untersuchungen dieser Art zur Unmöglichkeit. Freilich würde bei Beleuchtungskegeln von dieser Breite schliesslich jedes Objektiv versagen, wenn uns nicht ein anderer Umstand zur Hilfe käme. Man versuche einmal, Amphipleura pellucida mit so breitem Beleuchtungskegel zu lösen; man wird nicht nur keine Querstreifung, sondern überhaupt von der Diatomee nur noch wenig sehen. Das Strukturbild verträgt eben nicht so breite Beleuchtungskegel. Nun wissen wir, dass die Geisseln gefärbter Bakterien am besten in die Erscheinung treten, wenn man die volle Apertur (1,40) des Systems ausnutzt. Das auf Absorption einzelner Lichtstrahlen beruhende Bild verhält sich eben ganz anders, als das Strukturbild. Bei unseren Schnitten haben wir in der gelbbraunen Farbe des Silberniederschlages ein Mittelding zwischen Absorptions- und Strukturbild. Diese Präparate vertragen daher, wenn auch nicht so breite Beleuchtungskegel, wie gefärbte Bakterien, so doch viel breitere als z. B. ein Diatomeenpräparat.

So wertvoll also die Farbe des Silberniederschlages ist, so wollen wir doch noch einmal ausdrücklich betonen, dass uns ein minder gut korrigiertes Objektiv trotz der Farbe hier im Stiche lässt.

Mit genannten Hilfsmitteln war Verfasser im Stande, eine grosse Reihe von Aufnahmen der Querschnitte zu machen, die sämtlich in ausgezeichnetster Weise Lamellenbildung zeigen (vergl. die Tafel). Dass bei so breiten Beleuchtungskegeln von Diffraktionssäumen überhaupt keine Rede mehr ist, brauchen wir nicht besonders zu betonen. Bei allen Aufnahmen stimmt der im Bilde dargestellte Abstand der Streifen mit dem errechneten Abstande überein. Natürlich sind die Messungen, die bei den verschwommenen Grenzen der Lamellen grosse Mühe verursachen und bei denen, wie oben angedeutet, zahlreiche Faktoren zu berücksichtigen sind, nur am Negativ oder Diapositiv auszuführen, da Papierbilder durch Dehnung unkontrollierbare Veränderungen erfahren.

Bei Untersuchung der Schnitte nach obiger Methode ist sehr schön zu beobachten, dass bei gewisser Breite des Beleuchtungskegels (die bei den verschiedenen Schnitten zwischen 1 und 1,3 num. Apertur schwankt) die Auflösung der Streifen am vollkommensten ist. Vergrössert man die Apertur, so wird das Bild verwaschen; verkleinert man dieselbe, so tritt bald ein Moment ein, wo die Streifung völlig verschwindet. Engt man den Beleuchtungskegel noch mehr ein, so tritt wieder Streifung auf: das sind aber Diffraktionssäume, die sich durch die Art ihres Verlaufes und durch das Erscheinen derselben auch ausserhalb des Schnittes unschwer als solche verraten.

Wir wollen schliesslich noch auf einige Besonderheiten hinweisen, die sich in unseren Aufnahmen nach den Querschnitten darbieten. Stets ist diejenige Hälfte der Bildschicht, welche der Kollodiumunterlage und dem Glase zugekehrt war, glasklar; nur diejenige Hälfte, welche während der Aufnahme mit dem Quecksilber in Berührung stand, weist Silberniederschlag auf. Die Wirkung der einfallenden und am Quecksilberspiegel reflektierten Lichtstrahlen war also nicht kräftig genug, um die Bild-

schicht in ihrer ganzen Dicke zu verändern. An denjenigen Teilen, welche dem Quecksilber zunächst lagen, ist der Silberniederschlag am undurchsichtigsten; er hellt sich nach der Mitte der Bildschicht hin allmählich auf, um etwa in der Mitte derselben völlig zu verschwinden. Vereinzelte Silberkörnchen finden sich dort, wo die Bildschicht der Kollodiumunterlage auflag. Hier fand an der Trennungsfläche der beiden Medien schwache Reflexion statt, welche aber nur wenige Silberkörnchen zu verändern vermochte. Innerhalb der Zone des Silberniederschlages sind im Ganzen 6 bis 8 Streifen (Durchschnitte der dünnen Zenkerschen Blättchen) sichtbar.

Die Aufnahmen lehren auch, weshalb die Farben bei Betrachtung der Lippmannschen Bilder von der Glasseite aus viel weniger leuchtend sind: hier sind dem Auge diejenigen Teile des Silberniederschlages zugekehrt, bei welchen die Blättchenbildung in Folge der bereits stark geschwächten Lichtwirkung nicht mehr recht fertig wurde.

Die Streifen zeigen nicht schnurgeraden, sondern wellenförmigen Verlauf. Dies hängt damit zusammen, dass die Oberfläche der Bildschicht nicht eben, sondern infolge des Silberkornes und der durch Austrockenung bedingten Schrumpfung runzelig ist. Da das Quecksilber sich der Schicht genau anlegt, so müssen die dünnen Blättchen denselben Verlauf zeigen, wie die Oberfläche.

Es bleibt in hohem Grade wünschenswert, diese Untersuchungen auch auf Mischfarbenaufnahmen auszudehnen. Wie bei letzteren die Anordnung der Blättchen sich gestaltet, können wir jetzt mit Sicherheit nicht sagen. Nur Mikrotom und Mikroskop geben darüber Aufschluss. Derartige Untersuchungen würden uns sicherlich auch darüber aufklären, weshalb das Lippmannsche Verfahren gerade bei Mischfarbenaufnahmen so viele Misserfolge zeitigt.

Wichtig wäre auch festzustellen, wie bei Platten, welche physikalisch entwickelt wurden, und welche ebenfalls Farben, wenn auch falsche, zeigen, sich die Blättchenbildung gestaltet. Da hier nicht Reduktion der belichteten Silberteilchen in der Bildschicht, sondern Auflagerung von Silber aus dem Entwickler stattfindet, so ist Schichtenbildung nicht ohne Weiteres zu erklären.

Erklärung der Tafel.

Querschnitt durch ein von der Glasplatte abgezogenes Eiweisshäutchen. Rote Spektralzone. Direkte, viertausendfache Linearvergrösserung, aufgenommen mit Zeiss' apochromat. Ölimmersion 2 mm Brw., 1,40 num. Apertur. Kompensationsokular Nr. 8. Zentrale Beleuchtung; breiter Beleuchtungskegel; Kalklicht. Glycerinpräparat.

An der aufgenommenen Stelle des Präparates beträgt rechnungsmässig der Abstand der dünnen Zenkerschen Blättchen 0,00033 bis 0,00038 mm. In viertausendfacher Linearvergrösserung haben (gemessen am Negativ) die Streifen einen gegenseitigen Abstand von 1,4 mm. In Wirklichkeit beträgt der Streifenabstand an der aufgenommenen Stelle des Präparates also 0,00035 mm.

Die dunkele, mit Streifen durchsetzte Hälfte des Eiweisshäutchens befand sich während der Herstellung der farbigen Spektralaufnahme in Berührung mit der Quecksilberschicht, während die nur einige Silberkörnchen aufweisende helle Hälfte der zwischen Eiweisshäutchen und Glasplatte befindlichen Kollodiumschicht auflag. Vergl. hierzu auch den letzten Abschnitt („Dünne Zenkersche Blättchen") des vorliegenden Buches.

Querschnitt durch die Bildschicht einer nach Lippmann's Verfahren gefertigten Spectralaufnahme.

Vergr. 4000 linear.

Aufgen. von Dr. R. Neuhauss.

Druck von Albert Frisch, Berlin W.

This book should be returned to the Library on or before the last date stamped below.

A fine is incurred by retaining it beyond the specified time.

Please return promptly.

INTERLIBRARY LOAN
DUE NOV 6 '70

FA6660.16.7
Die Farbenphotographie nach Lippman
Fine Arts Library AZU0666
3 2044 034 260 737

FA 6660.16.7

Neuhauss, Richard

Die Farbenphotographie nach

DATE | ISSUED TO

Lippmann's Verfahren

INTERLIBRARY LOAN

DUE NOV 6 '70 FA Brown University

FA 6660.16.7